CINESIOLOGIA E BIOMECÂNICA

Profª. Rafaela Liberali
Profª. Simone A. P. Vieira

UNIASSELVI
2016

Copyright © UNIASSELVI 2016

Elaboração:
Profª. Rafaela Liberali
Profª. Simone A. P. Vieira

Revisão, Diagramação e Produção:
Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI

Ficha catalográfica elaborada na fonte pela Biblioteca Dante Alighieri
UNIASSELVI – Indaial.

L695c
Liberali, Rafaela
Cinesiologia e biomecânica / Rafaela Liberali; Simone A. P. Vieira : UNIASSELVI, 2016.
238 p. : il

ISBN 978-85-7830-955-8

1.Educação física. I. Centro Universitário Leonardo Da Vinci.
COD 613.7

Impresso por:

APRESENTAÇÃO

Prezado acadêmico(a)!

Bem-vindo(a) à disciplina Cinesiologia e Biomecânica. Esse é o nosso Caderno de Estudos, material elaborado com o objetivo de contribuir para a realização de seus estudos e para a ampliação de seus conhecimentos sobre a aplicação da cinesiologia, caracterizando o movimento humano e aprofundando o conhecimento na análise do movimento, proporcionando reflexões sobre outras perspectivas no espaço educacional em geral.

Ao longo da leitura deste Caderno de Estudos, você irá adquirir conhecimento sobre os valores fundamentais que permitirão ao profissional desenvolver atividades práticas na escola com segurança, devido a um maior entendimento do movimento e do corpo, para que assim possa aplicá-lo com maior inteligência, autonomia, responsabilidade e sensibilidade. Também compreenderá a estrutura, o funcionamento corporal e a investigação do movimento humano nas diversas abrangências e abordagens, musculares e articulares.

Neste Caderno de Estudos você encontrará conteúdos fundamentais, os quais proporcionarão consciência da cinesiologia e biomecânica enquanto área de conhecimento, fundamental para o educador físico, sobre ações musculares, aspecto anatômico funcional e como aplicá-los na sua prática profissional. Ao propor um exercício físico, é necessário que o professor tenha objetivos claramente definidos, amplos e consistentes nos domínios sobre as causas e efeitos de tal movimento.

Desejo a você um bom trabalho e que aproveite ao máximo o estudo dos temas abordados nesta disciplina.

Bons estudos e sucesso!

Profª. Rafaela Liberali
Profª. Simone A. P. Vieira

Você já me conhece das outras disciplinas? Não? É calouro? Enfim, tanto para você que está chegando agora à UNIASSELVI quanto para você que já é veterano, há novidades em nosso material.

Na Educação a Distância, o livro impresso, entregue a todos os acadêmicos desde 2005, é o material base da disciplina. A partir de 2017, nossos livros estão de visual novo, com um formato mais prático, que cabe na bolsa e facilita a leitura.

O conteúdo continua na íntegra, mas a estrutura interna foi aperfeiçoada com nova diagramação no texto, aproveitando ao máximo o espaço da página, o que também contribui para diminuir a extração de árvores para produção de folhas de papel, por exemplo.

Assim, a UNIASSELVI, preocupando-se com o impacto de nossas ações sobre o ambiente, apresenta também este livro no formato digital. Assim, você, acadêmico, tem a possibilidade de estudá-lo com versatilidade nas telas do celular, *tablet* ou computador.

Eu mesmo, UNI, ganhei um novo *layout*, você me verá frequentemente e surgirei para apresentar dicas de vídeos e outras fontes de conhecimento que complementam o assunto em questão.

Todos esses ajustes foram pensados a partir de relatos que recebemos nas pesquisas institucionais sobre os materiais impressos, para que você, nossa maior prioridade, possa continuar seus estudos com um material de qualidade.

Aproveito o momento para convidá-lo para um bate-papo sobre o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes – ENADE.

Bons estudos!

BATE PAPO SOBRE O ENADE!

Olá, acadêmico!

Você já ouviu falar sobre o **ENADE**?

Se ainda não ouviu falar nada sobre o ENADE, agora você receberá algumas informações sobre o tema.

Ouviu falar? Ótimo, este informativo reforçará o que você já sabe e poderá lhe trazer novidades.

Vamos lá!

Qual é o significado da expressão ENADE?

EXAME NACIONAL DE DESEMPENHO DOS ESTUDANTES

Em algum momento de sua vida acadêmica você precisará fazer a prova ENADE.

Que prova é essa?

É **obrigatória**, organizada pelo INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

Quem determina que esta prova é obrigatória... O **MEC – Ministério da Educação**.

O objetivo do MEC com esta prova é o de avaliar seu desempenho acadêmico assim como a qualidade do seu curso.

Fique atento! Quem não participa da prova fica impedido de se formar e não pode retirar o diploma de conclusão do curso até regularizar sua situação junto ao MEC.

Não se preocupe porque a partir de hoje nós estaremos auxiliando você nesta caminhada.

Você receberá outros informativos como este, complementando as orientações e esclarecendo suas dúvidas.

Você tem uma trilha de aprendizagem do ENADE, receberá e-mails, SMS, seu tutor e os profissionais do polo também estarão orientados.

Participará de webconferências entre outras tantas atividades para que esteja preparado para #mandar bem na prova ENADE.

Nós aqui no NEAD e também a equipe no polo estamos com você para vencermos este desafio.

Conte sempre com a gente, para juntos mandarmos bem no ENADE!

UNIASSELVI

SUMÁRIO

UNIDADE 1 - POR QUE ESTUDAR CINESIOLOGIA E BIOMECÂNICA? 1

TÓPICO 1 - DIFERENCIAÇÃO ENTRE CINESIOLOGIA E BIOMECÂNICA 3
1 INTRODUÇÃO 3
2 CONCEITUAÇÕES DA CINESIOLOGIA 3
3 CONCEITUAÇÕES DA BIOMECÂNICA 5
LEITURA COMPLEMENTAR 10
RESUMO DO TÓPICO 1 12
AUTOATIVIDADE 13

TÓPICO 2 - CONHECENDO A CINESIOLOGIA E A BIOMECÂNICA 15
1 INTRODUÇÃO 15
2 SÍNTESE DA CONSTRUÇÃO HISTÓRICA DA CINESIOLOGIA E DA BIOMECÂNICA 15
2.1 ANTIGUIDADE 16
2.2 IDADE MÉDIA (200-1450 D.C.) 17
2.3 RENASCIMENTO 19
2.4 REVOLUÇÃO CIENTÍFICA 20
2.5 ILUMINISMO 23
2.6 SÉCULO XIX E XX 24
3 CAMPOS DE ATUAÇÃO DA CINESIOLOGIA E BIOMECÂNICA E DIFERENCIAÇÃO DOS ASPECTOS CINESIOLÓGICOS E BIOMECÂNICOS DO MOVIMENTO HUMANO 27
LEITURA COMPLEMENTAR 44
RESUMO DO TÓPICO 2 45
AUTOATIVIDADE 47

UNIDADE 2 - CINESIOLOGIA APLICADA AO MOVIMENTO 53

TÓPICO 1 - PRINCÍPIOS BÁSICOS DA CINESIOLOGIA 55
1 INTRODUÇÃO 55
2 CINESIOLOGIA: MOVIMENTOS DA COLUNA VERTEBRAL 55
3 PLANOS DO MOVIMENTO 56
3.1 PLANO FRONTAL 56
3.2 PLANO SAGITAL 57
3.3 PLANO TRANSVERSAL 58
4 MOBILIDADE VERTEBRAL 59
4.1 FLEXÃO 59
4.2 EXTENSÃO 60
4.3 ROTAÇÃO DIREITA 60
4.4 ROTAÇÃO ESQUERDA 61
4.5 INCLINAÇÃO LATERAL DIREITA 61
4.6 INCLINAÇÃO LATERAL ESQUERDA 62
5 MOVIMENTOS CINESIOLÓGICOS DA COLUNA VERTEBRAL 64

6 CURVATURAS FISIOLÓGICAS DA COLUNA VERTEBRAL 64
6.1 CERVICAL 65
6.2 TORÁCICA 66
6.3 LOMBAR 69
6.4 SACRO 71
6.5 CÓCCIX 74
7 BIOMECÂNICA DA COLUNA VERTEBRAL 76
8 MEMBROS SUPERIORES 78
8.1 OMBROS 78
8.2 COTOVELO 83
8.3 PUNHO 86
8.4 MÃOS 89
8.4.1 Principais movimentos da mão 90
9 MEMBROS INFERIORES 92
9.1 QUADRIL 93
9.2 JOELHO 98
9.3 TORNOZELO E PÉ 103
LEITURA COMPLEMENTAR 110
RESUMO DO TÓPICO 1 114
AUTOATIVIDADE 115

TÓPICO 2 - ABORDAGENS SOBRE SISTEMAS MUSCULARES 119
1 INTRODUÇÃO 119
2 OS SISTEMAS MUSCULARES 119
2.1 OMBROS 124
2.2 COTOVELOS 125
2.3 PUNHOS E MÃOS 126
2.4 QUADRIL 126
2.5 JOELHO 127
2.6 TORNOZELOS E PÉS 127
LEITURA COMPLEMENTAR 130
RESUMO DO TÓPICO 2 136
AUTOATIVIDADE 137

UNIDADE 3 - BIOMECÂNICA APLICADA AO MOVIMENTO HUMANO 141

TÓPICO 1 - PRINCÍPIOS BÁSICOS DA BIOMECÂNICA 143
1 INTRODUÇÃO 143
2 LEIS DE NEWTON (1ª e 2ª) 143
2.1 LEIS DE NEWTON 143
2.1.1 Primeira Lei de Newton 144
2.1.2 Segunda Lei de Newton 145
3 ACELERAÇÃO E DESACELERAÇÃO 147
4 CENTRO DE GRAVIDADE 148
5 DESLOCAMENTO E DISTÂNCIA 149
6 VELOCIDADE (MÉDIA, INSTANTÂNEA E MOTORA) 150
7 FORÇA 153
8 TORQUE 156
9 LEIS DE NEWTON (3ª) 158
10 SISTEMA DE ALAVANCAS 160
10.1 TIPOS DE ALAVANCAS 162
10.1.1 Alavanca de primeira classe ou interfixa 162

10.1.2 Alavancas de segunda classe ou inter-resistente 164
10.1.3 Alavancas de terceira classe ou interpotente 166
11 NOÇÕES DE HIDROSTÁTICA E HIDRODINÂMICA (DENSIDADE, DENSIDADE RELATIVA, EMPUXO, FLUTUAÇÃO, VISCOSIDADE, TENSÃO SUPERFICIAL E PROPULSÃO) 168
LEITURA COMPLEMENTAR 174
RESUMO DO TÓPICO 1 181
AUTOATIVIDADE 182

TÓPICO 2 - BIOMECÂNICA VOLTADA À ANÁLISE DO MOVIMENTO HUMANO 187
1 INTRODUÇÃO 187
2 BIOMECÂNICA APLICADA À MARCHA 187
3 BIOMECÂNICA APLICADA AO CICLISMO 200
4 BIOMECÂNICA APLICADA AO SALTO 206
5 BIOMECÂNICA APLICADA À NATAÇÃO 211
LEITURA COMPLEMENTAR 216
RESUMO DO TÓPICO 2 219
AUTOATIVIDADE 222
REFERÊNCIAS 227

UNIDADE 1

POR QUE ESTUDAR CINESIOLOGIA E BIOMECÂNICA?

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

A partir do estudo desta unidade, você será capaz de:

- diferenciar os conceitos de cinesiologia, biomecânica e suas peculiaridades;
- entender um pouco de sua evolução histórica;
- aprender a diferenciar suas aplicações nos diferentes aspectos estruturais.

PLANO DE ESTUDOS

Esta unidade está dividida em dois tópicos. Em cada um deles, você encontrará atividades que o(a) ajudarão a fixar os conhecimentos abordados.

TÓPICO 1 – DIFERENCIAÇÃO ENTRE CINESIOLOGIA E BIOMECÂNICA

TÓPICO 2 – CONHECENDO A CINESIOLOGIA E BIOMECÂNICA

TÓPICO 1

DIFERENCIAÇÃO ENTRE CINESIOLOGIA E BIOMECÂNICA

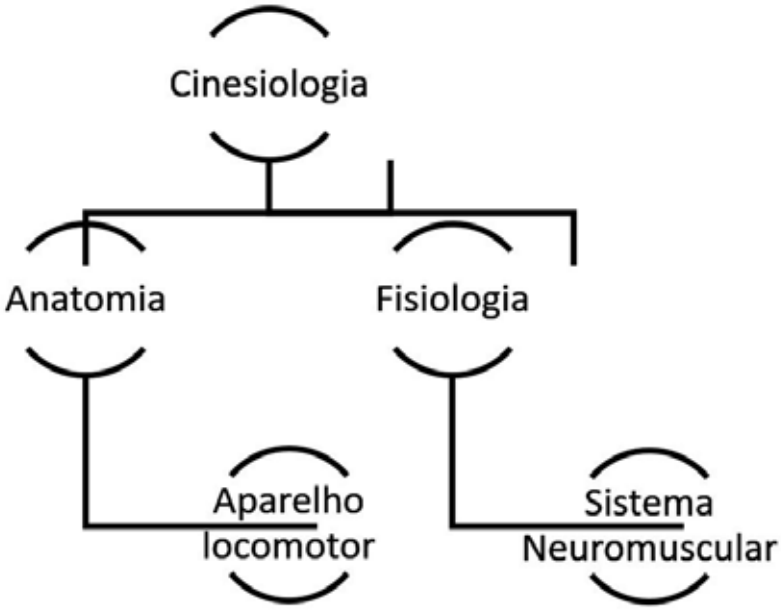
1 INTRODUÇÃO

Neste tópico você verá que a Cinesiologia e a Biomecânica estão inseridas dentro do contexto da Educação Física, pois, ao propor uma atividade de movimento ao aluno na escola, o professor deve observar que esse movimento tem forças internas e externas atuando, quais são seus limites, levando à prática de um movimento com segurança, evitando assim, em muitos casos, até lesões.

2 CONCEITUAÇÕES DA CINESIOLOGIA

A Cinesiologia vem do grego *kínesis* = movimento + *logos* = tratado, sendo definida como a ciência que tem como enfoque a análise dos movimentos, ou seja, estuda os movimentos do corpo humano (DOBLER, 2003). A Cinesiologia é uma união entre:

FIGURA 1 - ELEMENTOS DA CINESIOLOGIA

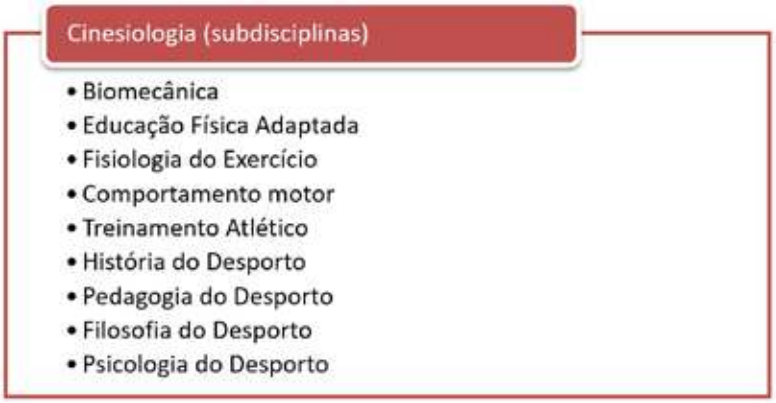


FONTE: Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAA5ucAK/cinesiologia>. Acesso em: 23 nov. 2015.

"A Cinesiologia é o estudo do movimento humano, caracteristicamente no contexto do esporte, arte ou medicina" (NEUMANN, 2011, p. 17).

Veja a seguir as subdisciplinas relacionadas com a Cinesiologia.

FIGURA 2 - SUBDISCIPLINAS DA CINESIOLOGIA



FONTE: Disponível em: <http://image.slidesharecdn.com/conceitos-e-definicoes-140606102145-phpapp02/95/conceitos-edefinicoes-2-638.jpg?cb=1402050136>. Acesso em: 23 nov. 2015.

Acesse a explicação do que é cinesiologia em: <https://www.youtube.com/watch?v=nfkksMFRquI>.

FIGURA 3 - CORPO EM MOVIMENTO PARA ESTUDO DA CINESIOLOGIA A

FONTE: Disponível em: <http://2.bp.blogspot.com/_EjOPS52npQM/SxjtQrp5LdI/AAAAAAAAAVE/gQ5WpvGBEhQ/s640/untitled4.bmp>. Acesso em: 23 nov. 2015.

FIGURA 4 - CORPO EM MOVIMENTO PARA ESTUDO DA CINESIOLOGIA B

FONTE: Disponível em: <http://2.bp.blogspot.com/_EjOPS52npQM/SxjtQrp5LdI/AAAAAAAAAVE/gQ5WpvGBEhQ/s640/untitled4.bmp>. Acesso em: 23 nov. 2015.

A finalidade da cinesiologia é melhorar o desempenho humano, inclusive na prevenção de lesões, por meio da compreensão das forças que atuam sobre um objeto ou o corpo humano. A cinesiologia pode analisar os mais variados tipos de distúrbios dos estados de energia e de órgãos do corpo por meio do teste muscular, apesar de responder, aproximadamente, por 10% de todo o seu campo de atuação e atuar nas mais diversas áreas profissionais de saúde.

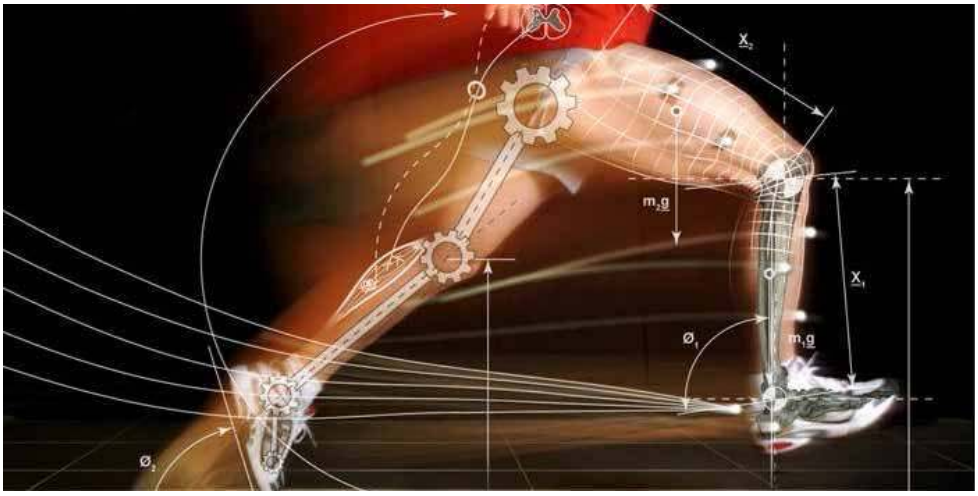
3 CONCEITUAÇÕES DA BIOMECÂNICA

"A biomecânica procura medir, modelar, explicar, categorizar e catalogar os padrões de movimento baseando-se na física do movimento humano, que pode ser dividida em biomecânica desportiva, ocupacional e de reabilitação (VILAS-BOAS, 2001, p. 49) ".

Mais do que simplesmente aplicar as leis da física, a biomecânica leva ainda em consideração as características do aparelho locomotor (AMADIO; SERRÃO, 2011).

Configura-se uma disciplina multidisciplinar, com objetivo de analisar os parâmetros físicos do movimento, em função das características anatômicas e fisiológicas do corpo humano (AMADIO; SERRÃO, 2011).

FIGURA 5 - CORPO EM MOVIMENTO PARA ESTUDO DA BIOMECÂNICA C



FONTE: Disponível em:<http://dicasdemusculacao.org/wp-content/uploads/vantagens-de-usar-biomecanica-correta.jpg>. Acesso em: 23 nov. 2015.

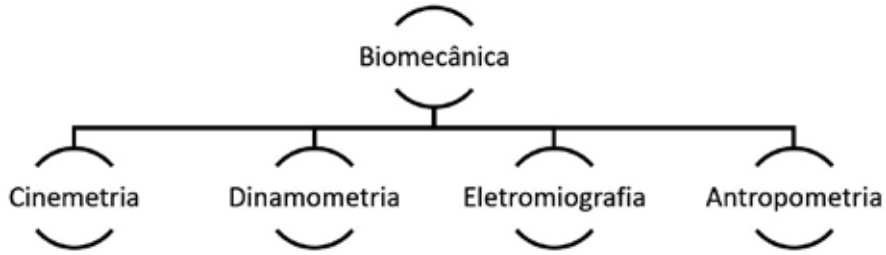
Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) da Educação Física, a biomecânica está inserida dentro de um bloco de conteúdos denominado "**Conhecimentos sobre o corpo**", e:

> Este bloco diz respeito aos conhecimentos e conquistas individuais que subsidiam as práticas corporais e que dão recursos para o indivíduo gerenciar sua atividade corporal de forma autônoma. Para se conhecer o corpo, abordam-se os conhecimentos anatômicos, fisiológicos, biomecânicos e bioquímicos que capacitam a análise crítica dos programas de atividade física e o estabelecimento de critérios para julgamento, escolha e realização de atividades corporais saudáveis. Esses conhecimentos são tratados de maneira simplificada, abordando-se apenas os aspectos básicos. Os conhecimentos de anatomia referem-se principalmente à estrutura muscular e óssea e são abordados sob o enfoque da percepção do próprio corpo, sentindo e compreendendo, por exemplo, os ossos e os músculos envolvidos nos diferentes movimentos e posições, em situações de relaxamento e tensão. [...]. Os conhecimentos de biomecânica são relacionados à anatomia e contemplam, principalmente, a adequação dos hábitos gestuais e posturais, como, por exemplo, levantar um peso e equilibrar objetos (BRASIL, 1998, p. 68-70).

Se você quiser saber mais sobre o que os PCNs dizem, acesse-os: <http://cptstatic.s3.amazonaws.com/pdf/cpt/pcn/volume-08-educacao-fisica.pdf>

A análise biomecânica do movimento humano é operacionalizada, ou seja, usa como métodos de medida a adoção daquelas que são reconhecidas como as suas quatro grandes áreas de investigação:

FIGURA 6 - MÉTODOS DE MEDIÇÃO DA BIOMECÂNICA



FONTE: Amadio e Serrão (2011)

Existem várias definições de Biomecânica, e cada autor a define de acordo com diferentes perspectivas quanto ao seu papel no domínio da investigação na área da atividade física. Veja alguns exemplos de definições:

"Ciência que aplica as leis da mecânica no movimento dos organismos vivos" (DONSKOY; ZATSIORSKY, p. 34, 1988).

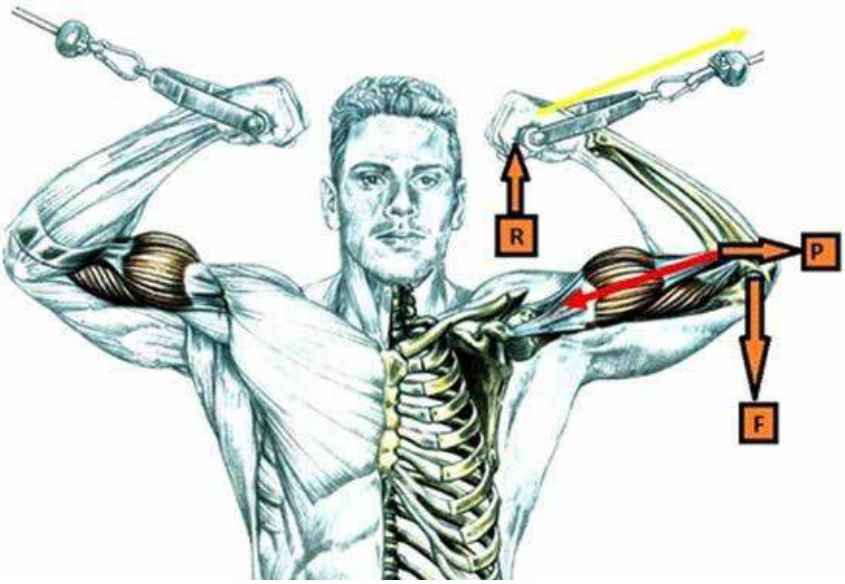
"Ciência que examina o efeito produzido pelas forças que atuam externa e internamente no organismo" (NIGG; HERZOG, 1995).

"A Biomecânica tem influenciado diretamente na medicina, ergonomia, fabricação de equipamentos esportivos e muitos outros aspectos da vida humana" (TEIXEIRA; MOTA, 2007).

FIGURA 7 - ESTUDO DA BIOMECÂNICA NO ESPORTE A

FONTE: Disponível em: <http://esportes.universoef.com.br/container/gerenciador_de_arquivos/imagens/264/biomecanica-ciclismo.jpg>. Acesso em: 23 nov. 2015.

FIGURA 8 - ESTUDO DA BIOMECÂNICA NO ESPORTE B

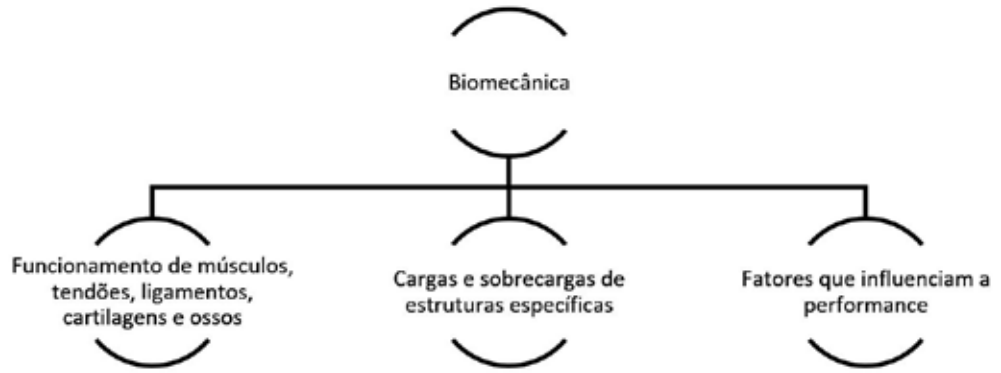


FONTE: Disponível em: <http://s3-eu-west-1.amazonaws.com/infogram-particles-700/guitarmaster92_1367326051.jpg>. Acesso em: 23 nov. 2015.

Confira a análise do movimento da corrida em: <https://www.youtube.com/watch?v=onkOSATQOys>.

De acordo com Teixeira e Mota (2007), a biomecânica estuda diferentes áreas relacionadas ao movimento do ser humano e animais, incluindo:

FIGURA 9 - ÁREAS RELACIONADAS À BIOMECÂNICA



FONTE: Teixeira e Mota (2007)

Na próxima unidade, você acompanhará a trajetória da história da Cinesiologia e Biomecânica, bem como sua inserção na escola, elaborada de uma maneira clara para uma leitura tranquila.

ATIVIDADE PRÁTICA

Análise: Cinesiologia de Fotografias

Objetivo: Realizar a visualização da imagem ou de fotografias. Estudar a fotografia, os ângulos, movimentos, encaixes. Realizar o movimento da foto, levando em conta apoios e pontos do corpo parado e em movimento. Criar o movimento antes e após o momento da foto, com controle do movimento, da musculatura e de sequência coreográfica. **Tempo de duração**: de 45 a 60 minutos. **Material a ser utilizado**: fotografias, imagens de uma pessoa, duas, três etc. Recortar em revista e/ou jornal.

Etapas: Espalhar as fotos pela sala. Os alunos escolhem a foto, se a foto for de duas pessoas, a atividade deve ser realizada em dupla. Se a foto for de três pessoas, realizada em três pessoas, e, assim sucessivamente.

Depois de escolhida a foto ou imagem, visualizar o motivo, intenção e momento da foto.

1 - Observar a posição da foto, os apoios corporais, os grupos musculares, as articulações exigidas pela foto.
2 - O grupo deverá reproduzir a imagem da foto.
3 - Apresentar para o grande grupo.
4 - O grande grupo deverá analisar, e se não ficou bom, fazer os ajustes e reapresentar.
5 - Criar uma sequência de movimentos que vêm antes da foto (rápida ou lenta), e como sair do movimento.
6 - Apresentar novamente a sequência anterior, parar o movimento no momento da foto, saída.

LEITURA COMPLEMENTAR

Entrevista sobre a Biomecânica do Tênis

DPF: O tênis universitário é jogado 100% do tempo em quadras duras. Como a movimentação de pés do tenista pode ajudá-lo a cobrir espaços mais rapidamente, algo ainda mais necessário em quadras rápidas?

LUDGERO: Realmente, a movimentação dos pés (chamada de *footwork*) deve ser específica para quadras rápidas. Duas dicas básicas: sempre fazer o *Split Step* e cobrir os espaços e ângulos da jogada. Temos três tipos básicos de *Split Step*: 1) *Split Step* durante as trocas de bola – é um pequeno salto que deve ser realizado no momento em que o adversário faz o contato com a bola. Esta técnica de movimentação coloca seu corpo em estado de alerta, pronto para mover-se rapidamente em qualquer direção. 2) *Split Step* na devolução de saque – é utilizado para tirar seu corpo do estado de inércia e colocá-lo em prontidão para reagir. 3) *Split Step* durante o *approach* – tem por finalidade interromper a corrida e estar pronto para sair em qualquer direção. Cobrir espaços da quadra é bastante complexo, pois dependerá de vários fatores: "leitura" antecipada da jogada, tomada de decisão, tempo de reação e agilidade.

DPF: Em quadras duras, o saque torna-se um fundamento ainda mais importante. O que fazer mecanicamente para conseguir utilizar melhor essa arma e consequentemente ganhar mais pontos com o serviço?

LUDGERO: Um dos conceitos mais utilizados dentro da Biomecânica, e que pode responder esta questão é: Cadeia Cinética (*Kinetic Chain*). Este termo significa que partes de nosso corpo (joelho, quadril, ombro, cotovelo, antebraço e punho) estão conectadas, como os elos em uma corrente. Cada elo desta corrente gera força e deve transferi-la para o elo seguinte. Esta transferência só ocorre de forma eficiente quando existe uma coordenação entre estes elos, em determinada sequência, para que a trajetória, a velocidade e o posicionamento da raquete sejam adequados no momento do contato entre a raquete e a bola. Esta correta coordenação é o que chamamos de *timing*, onde todas as partes do corpo contribuem para gerar velocidade na raquete. Portanto, respondo esta questão com este conceito, que também é válido para outros golpes. Sabemos que um tenista com ótimos golpes de base, porém com um saque deficiente, não conseguirá sucesso no circuito profissional. Vejo que alguns tenistas não conseguem fazer do saque uma vantagem por não utilizar adequadamente algum elo da cadeia cinética ou por falhar na coordenação temporal entre esses elos.

DPF: No Brasil, não se dá tanta ênfase ao jogo de duplas como no tênis universitário americano. Para se tornar um bom duplista na quadra rápida, que ajustes um típico jogador simplista de saibro deve fazer?

LUDGERO: Muitos ajustes. É uma mudança radical. Eu citaria alguns: encurtar os movimentos de preparação (principalmente na devolução de saque), desenvolver o saque aberto, treinar voleios, bate-prontos e *smashs*, ler livros de táticas em duplas e perder o medo de tomar bolada.

DPF: Em sua opinião, qual é o vício de mecânica errada mais recorrente no Brasil entre tenistas juvenis de competição?

LUDGERO:
* SAQUE: utilizar pouco os membros inferiores para gerar potência.
* *FOREHAND*: cruzar os braços durante a terminação.
* *BACKHAND* 1 MÃO: contato raquete-bola atrasado.
**BACKHAND* 2 MÃOS: não utilizar como se deve o braço não dominante (extensão do cotovelo no contato).
* VOLEIO: muita amplitude na fase de preparação.

FONTE: Disponível em: <http://blog.daquiprafora.com.br/?p=3022>. Acesso em: 12 dez. 2015.

RESUMO DO TÓPICO 1

Neste tópico, você viu que:

- A Cinesiologia vem do Grego *kínesis* = movimento + *logos* = tratado.
- A Cinesiologia é uma ciência que tem como enfoque a análise dos movimentos.
- Cinesiologia é uma união entre Anatomia e Fisiologia.
- Há várias definições de Biomecânica.
- Resumindo as definições de Biomecânica, pode-se dizer que ela examina o movimento por meio da aplicação da Física (mecânica).
- A Biomecânica examina as forças que atuam externa e internamente no corpo no movimento.
- A Biomecânica utiliza, como métodos de investigação, a Cinemetria, Dinamometria, Eletromiografia e Antropometria.

AUTOATIVIDADE

1 A Cinesiologia utiliza os aspectos da Anatomia e Fisiologia. Nesse sentido, assinale V para verdadeiro e F para falso sobre essas características:

( ) Em relação à fisiologia, podemos dizer que ela engloba a combinação do sistema nervoso e os músculos, trabalhando em conjunto para permitir o movimento, o qual é conhecido como o sistema neuromuscular.
( ) Em relação à anatomia, ela não leva em conta o aparelho locomotor.
( ) A anatomia leva em conta todo o aparelho locomotor.
( ) Em relação à fisiologia, podemos dizer que ela não engloba a combinação do sistema nervoso e os músculos, trabalhando em conjunto para permitir o movimento, o qual é conhecido como o sistema neuromuscular.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta:

a) ( ) F-F-V-V
b) ( ) V-F-F-F
c) ( ) F-V-F-V
d) ( ) V-F-V-F

2 Sobre a aplicação da Cinesiologia, assinale a alternativa correta:

a) ( ) A Cinesiologia é o estudo do movimento humano, caracteristicamente, no contexto do esporte, arte ou medicina.
b) ( ) A Cinesiologia é o estudo do movimento humano, caracteristicamente, somente no contexto da medicina do esporte.
c) ( ) A Cinesiologia é o estudo do movimento humano, que não pode ser usada no contexto do esporte, arte ou medicina.
d) ( ) A Cinesiologia é o estudo do movimento humano, caracteristicamente, somente nos contextos do esporte e da medicina.

3 Conforme seus estudos, a biomecânica faz parte dos PCNs (1998) no bloco de conteúdos denominado conhecimentos sobre o corpo, e enquanto conteúdo regular de ensino, tem como fundamento central a adequação dos hábitos gestuais e posturais, como, por exemplo, levantar um peso e equilibrar objetos. Sobre esse aspecto da biomecânica no contexto escolar, analise as seguintes sentenças:

I - Para se conhecer o corpo, abordam-se os conhecimentos anatômicos, fisiológicos, biomecânicos e bioquímicos.
PORQUE
II - Esses conhecimentos ajudam a fazer uma análise crítica dos programas de atividade física e o estabelecimento de critérios para julgamento, escolha e realização de atividades corporais saudáveis.

Agora, assinale a alternativa CORRETA:

a) ( ) A primeira é uma afirmação verdadeira e a segunda, falsa.
b) ( ) Ambas afirmações são falsas.
c) ( ) As duas são verdadeiras, mas não têm relação entre si.
d) ( ) As duas são verdadeiras e a segunda é complemento e justificativa da primeira.

4 São métodos de medição usados pela biomecânica, EXCETO:
( ) Cinemetria
( ) Musicografia
( ) Eletromiografia
( ) Dinamometria
( ) Antropometria

5 (COPESE – UFT, 2013) Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais – Educação Física, no bloco conhecimentos sobre o corpo, quais são os conhecimentos abordados?

a) ( ) Fisiológicos, anatômicos, celulares e de treinamento físico.
b) ( ) Cinesiológicos, fisiologia do exercício, treinamento físico e posturais.
c) ( ) Anatômicos, fisiológicos, biomecânicos e bioquímicos.
d) ( ) Bioquímicos, cinesiológicos, fisiológicos e de treinamento físico.

6 (MEC/SEF, 1998) Os conhecimentos de _____ referem-se principalmente à _____ e _____ são abordados sob o enfoque da percepção do próprio _____, sentindo e compreendendo, por exemplo, os _____ e os _____ envolvidos nos diferentes_____ e posições, em situações de relaxamento e_____.

Assinale a alternativa correta que preenche a citação acima:

a) ( ) anatomia, corpo, estrutura muscular, movimentos, óssea, ossos, músculos, tensão.
b) ( ) anatomia, tensão, estrutura muscular, músculos, óssea, ossos, corpo, movimentos.
c) ( ) anatomia, estrutura muscular, óssea, corpo, ossos, músculos, movimentos, tensão.
d) ( ) anatomia, movimentos, óssea, estrutura muscular, tensão, músculos, ossos, corpo.

TÓPICO 2

CONHECENDO A CINESIOLOGIA E A BIOMECÂNICA

1 INTRODUÇÃO

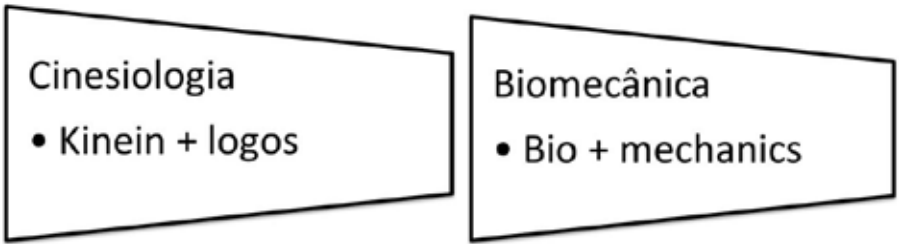
Neste tópico, você entenderá a trajetória histórica da Cinesiologia e da Biomecânica até a sua aplicação nos dias atuais e sua inserção no ambiente escolar. Iniciaremos contando a história desde os primórdios da civilização e como elas vêm acompanhando a evolução da sociedade, principalmente no ambiente escolar.

2 SÍNTESE DA CONSTRUÇÃO HISTÓRICA DA CINESIOLOGIA E DA BIOMECÂNICA

A história da Biomecânica é parcialmente a história da cinesiologia. No final do século XIX, a palavra Cinesiologia foi usada pela primeira vez e tornou-se popular no século XX, enquanto somente no fim dos anos 60 a palavra biomecânica se popularizou (DORST, 2012).

A Cinesiologia e a Biomecânica se entrelaçam, veja a seguir:

FIGURA 10 - CINESIOLOGIA X BIOMECÂNICA

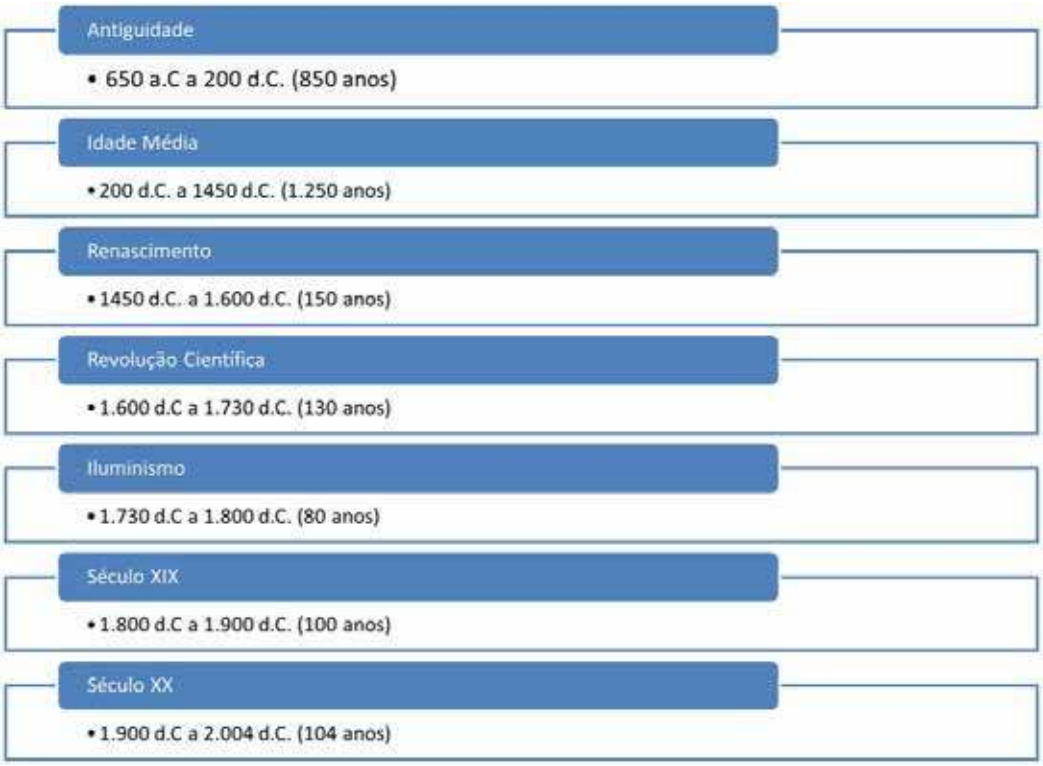


FONTE: Disponível em: <http://pt.slideshare.net/felipecarpes/aula-2-biomecanica-conceitos-historico-e-definicoes?related=1>. Acesso em: 24 nov. 2015.

O surgimento da cinesiologia se deu pela fascinação dos seres humanos pelo comportamento motor animal, relacionando o homem com a maneira dos peixes nadarem, pássaros voarem, estudando os limites da força muscular (LEHMKUHL; SMITH, 1987).

Períodos relevantes da história da cinesiologia e da biomecânica:

FIGURA 11 - ESTUDO DA BIOMECÂNICA NO ESPORTE



FONTE: Disponível em: <file:///C:/Users/Win7/Downloads/Aulas_BM332_CAP_1_ ContributosHistoricos.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2015.

2.1 ANTIGUIDADE

Os gregos foram pioneiros nos elementos básicos do conhecimento em Matemática, Física, Mecânica e Medicina. Rasch e Burke (1977) apontam dois cientistas que tiveram influência nessa época:

- Arquimedes iniciou com os conceitos matemáticos, geométricos e mecânicos; princípios hidrostáticos que explicam a maneira pela qual os corpos flutuam; na qual se baseiam os estudiosos da cinesiologia da natação, e entre as suas considerações observam-se descrições a respeito das leis das alavancas e do centro de gravidade.

Veja nesse endereço a história de Arquimedes e sua contribuição para a ciência: <https://www.youtube.com/watch?v=A1JlqwxxoGY>.

- Aristóteles (384-322 a.C.) é considerado o pai da cinesiologia, pois observou os animais em seu ambiente natural e retirou os conceitos que descreviam a ação dos músculos, sendo que nesta descrição, os músculos estavam submetidos a uma análise geométrica.

Aristóteles foi o primeiro a analisar e descrever o complexo processo da deambulação (marcha), no qual o movimento de rotação se transforma em movimento de translação. E Arquimedes (287–212 a.C.) determinou princípios hidrostáticos que governam corpos flutuantes (DORST, 2012).

2.2 IDADE MÉDIA (200-1450 D.C.)

Nesta fase, no geral, houve poucas contribuições científicas, e somente algumas inovações na arte grega e romana. Os artistas antes dos cientistas, mais tarde, viriam a estudar o movimento humano (GUILLAMÓN, 2014).

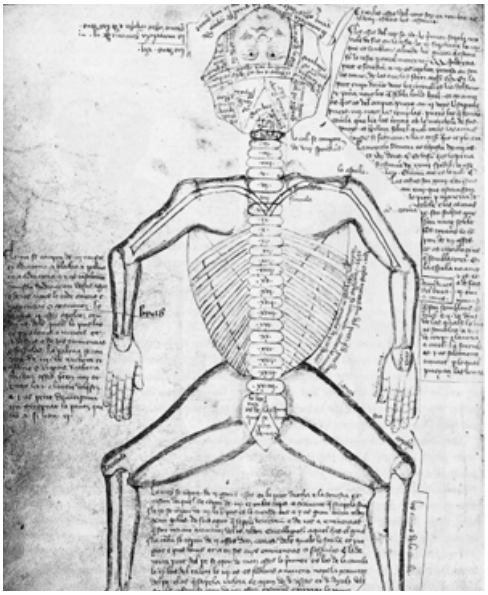
Nesta época, ocorria a negação do corpo (corpo como cárcere, prisão, tolhimento da alma). Na obra *Liber divinorum operum* (O Livro das obras divinas, c. 1163-1173), a estrutura do Universo tem uma direta correspondência com a fisiologia humana. Nessa perspectiva, os atos humanos repercutem e cooperam (ou não) na ordem do cosmos (COSTA, 2012). Veja a obra a seguir:

FIGURA 12 - OBRA LIBER DIVINORUM OPERUM

FONTE: Disponível em: <http://www.ricardocosta.com/sites/default/files/imagens/corpo/homem.jpg>. Acesso em: 25 nov. 2015.

Galeno (131-202 d.C.), deu o "pontapé" inicial para o entendimento dos movimentos humanos como resultado da contração dos músculos, destacou-se pelo detalhamento da anatomia do corpo humano, do esqueleto, dos músculos e suas funções, o que se pode considerar como uma descoberta magnífica para a evolução da cinesiologia. Foi também o primeiro médico dedicado ao esporte.

FIGURA 13 - OBRA DE GALENO



FONTE: Disponível em: <http://medicinadoquadril.com.br/site/wp-content/uploads/2015/01/galeno1.jpg>. Acesso em: 25 nov. 2015.

2.3 RENASCIMENTO

Após o período histórico da Idade Média que durou mais de 1000 anos e que estabilizou o processo de desenvolvimento da cinesiologia, Leonardo da Vinci (1452-1519) ao realizar novos estudos a respeito do corpo humano, acabou com essa estagnação (RASCH e BURKE, 1977).

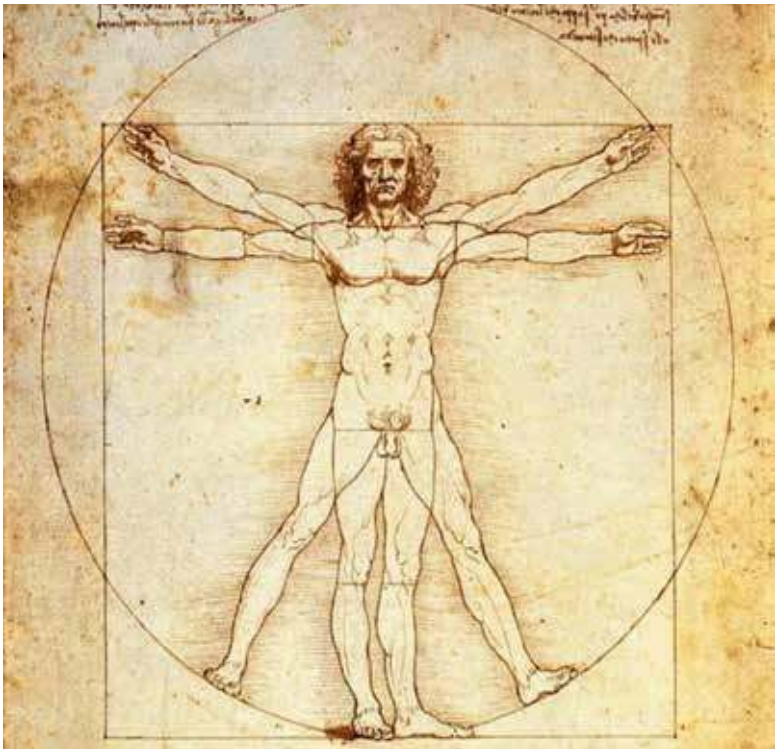
No século XVI surgiu André Vesálio (1514-1564), que seria o que contestou as ideias de Galeno, reformando os conceitos da anatomia (ORTALE, s.d).

Este período se caracteriza pela liberdade de pensamento, arte, literatura e filosofia. Surgem alguns nomes, como Miguel Ângelo, Leonardo Da Vinci e Maquiavel. A Biomecânica é afetada por três aspectos: renascimento do trabalho científico, bases da Anatomia e Fisiologia, e se passou a estudar as ações musculares e o movimento como entidades interconectadas (GUILLAMÓN, 2014).

> [...] Da Vinci era particularmente interessado na estrutura do corpo humano em relação com o movimento e na relação existente entre o centro de gravidade, o equilíbrio e o centro de resistência. Descreveu a mecânica do corpo na atitude ereta, a marcha na descida e na subida, no erguer-se de uma posição sentada, e no salto [...] (RASCH; BURKE, 1977, p. 2).

Leonardo da Vinci foi o primeiro a acertar a forma dos diferentes órgãos do corpo humano, sendo creditados méritos pela importância que deu aos mais pequenos detalhes e pormenores no estudo da Anatomia (SILVA, 2014).

FIGURA 14 - HOMEM VITRUVIANO, OBRA DE LEONARDO DA VINCI



FONTE: Disponível em: <http://www.vocesabia.net/wp-content/uploads/2012/02/Homem-Vitruviano.jpg>. Acesso em: 25 nov. 2015.

Confira a explicação dos ângulos, hoje usados pela Anatomia e Cinesiologia, dessa imagem do Homem Vitruviano de Leonardo da Vinci em: <http://www.newsrondonia.com.br/noticias/homem+vitruviano+entenda+a+obra+de+leonardo+da+vinci/14077>.

2.4 REVOLUÇÃO CIENTÍFICA

Neste período (1600-1730), ocorre o interesse de novas ideias, descobrimentos. Na cinesiologia e principalmente na biomecânica, houve o surgimento do envolvimento da teoria e prática, por meio das experimentações, e o desenvolvimento das três leis de Newton (GUILLAMÓN, 2014).

FIGURA 15 - LEIS DA FÍSICA DE NEWTON USADAS PELA BIOMECÂNICA

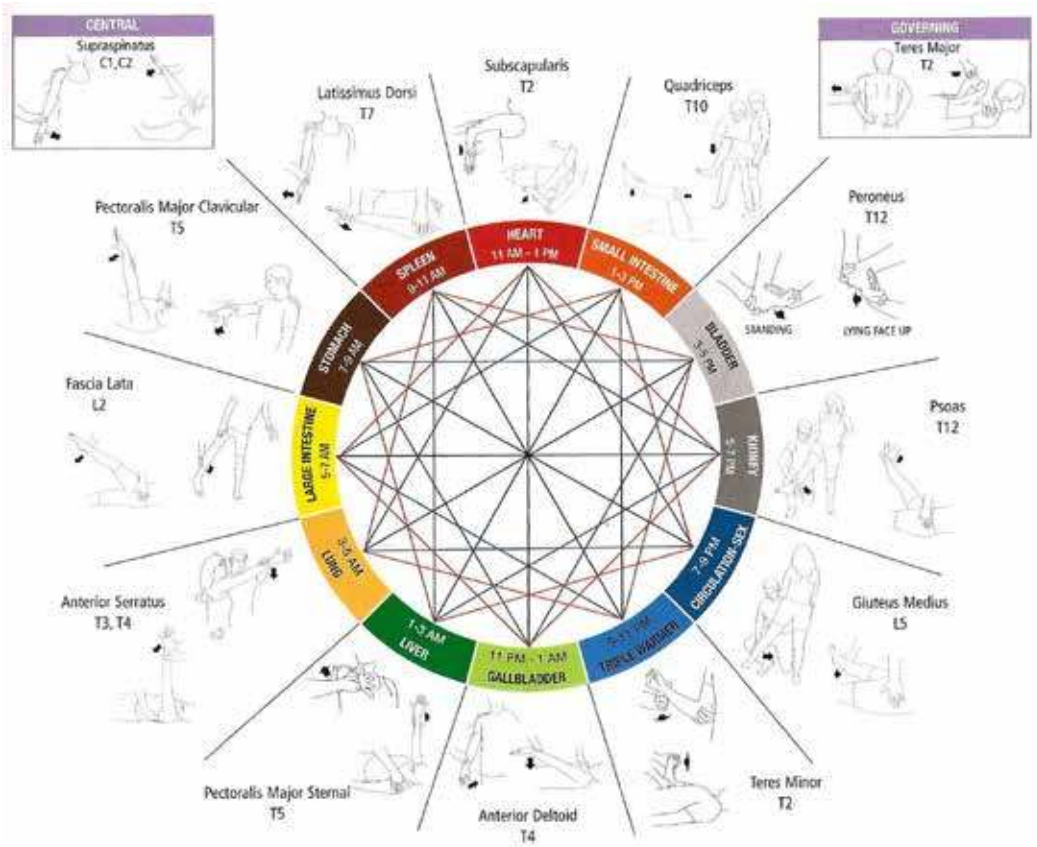
FONTE: Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002250/225002POR.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2015.

No próximo tópico, essas leis serão explicadas individualmente a fim de desenvolver o entendimento delas no movimento humano.

O quiroprático norte-americano George Goodheart, em 1964, criou o que chamamos de Cinesiologia Aplicada, descobriu as ligações entre o corpo e as funções musculares, como os meridianos da teoria da acupuntura, determinadas zonas de reflexo, alimentos e emoções (DOBLER, 2003).

A Cinesiologia Aplicada (CA) de Goodheart usa a força muscular para testar o desequilíbrio energético, pois ele explica que a força é um bom indiciador do bem-estar, pois, o tônus muscular ou a tensão em repouso de um músculo está diretamente ligada à mente, às emoções e à nossa química. E testando a força dos diferentes músculos, podem ser detectados problemas de saúde (DZIEMIDKO, 2000).

FIGURA 16 - TESTE MUSCULAR USADO PELA CINESIOLOGIA APLICADA



FONTE: Disponível em: <http://clinicademassagem.net.br/massoterapia/wp-content/uploads/2010/05/kinesologia.jpg>. Acesso em: 25 nov. 2015.

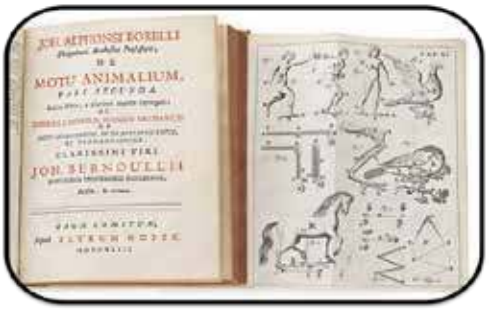
Verifique neste endereço um exemplo de como é usada a Cinesiologia Aplicada: <https://www.youtube.com/watch?v=rmnvMcEsO2A>.

Giovanni Alfonso Borelli (1608 - 1679) é considerado o pai da biomecânica, sendo o primeiro a esclarecer que as alavancas do sistema musculoesquelético aumentam/ampliam o movimento muito mais do que a força e, também desvendou as forças requeridas para equilibrar articulações no corpo humano, determinando o centro de gravidade do corpo humano e, demonstrou que a inspiração dependia de ação muscular e a expiração dependia da elasticidade dos tecidos (CENTRO INTERUNIVERSITARIO, 2015).

FIGURA 17 - LIVRO DE BORELLI DE MOTU ANIMALIUM E DE MOTU MUSCULORUM

1 – Imagens do livro

FONTE: Disponível em: <https://www.fulltable.com/vts/i/imsc/aa/imm/98.jpg>. Acesso em: 25 nov. 2015.



2 – Capa do livro

FONTE: Disponível em: <http://www.zeller.de/img/65-65-3.JPG>. Acesso em: 25 nov. 2015.

2.5 ILUMINISMO

Nessa época começam as discussões em torno da força, com o desenvolvimento da mecânica de Lagrange. Joseph-Louis Lagrange formulou a mecânica clássica que combina a conservação do momento linear com a conservação da energia, auxiliando nos aspectos da biomecânica, como no melhor entendimento da força, nos momentos e energia, na contração muscular influenciada pelas forças elétricas, bioquímicas e mecânicas, e facilitou o estudo da dinâmica do movimento humano (GUILLAMÓN, 2014).

A utilização da mecânica Lagrangeana é usada até hoje, pois ela é baseada em grandezas escalares (energia cinética e potencial) e mostra-se viável quando se objetiva o processamento *off-line* dos dados (medidas) do paciente (PEREIRA et al., s.d.).

Veja nesse endereço virtual um artigo de pesquisa atual em que a mecânica Lagrangeana é utilizada para análise de movimento, no artigo intitulado "Modelagem Biomecânica do Corpo Humano Aplicando Técnicas da Robótica" <http://www.sbis.org.br/cbis/arquivos/1048.pdf>

Um colaborador de Goodheart, John F. Thie, década de 70, desenvolveu o sistema *Touch for Health*, com base na Cinesiologia Aplicada, em que apresenta os procedimentos das diferentes técnicas da Cinesiologia, através de testes musculares e equilíbrio de energia, cada músculo é associado a um meridiano e de acordo com o resultado é fortalecido de maneira adequada (DOBLER, 2003).

Veja um exemplo de como é usada a Cinesiologia Aplicada: <https://www.youtube.com/watch?v=W6UsW9zVV0w>

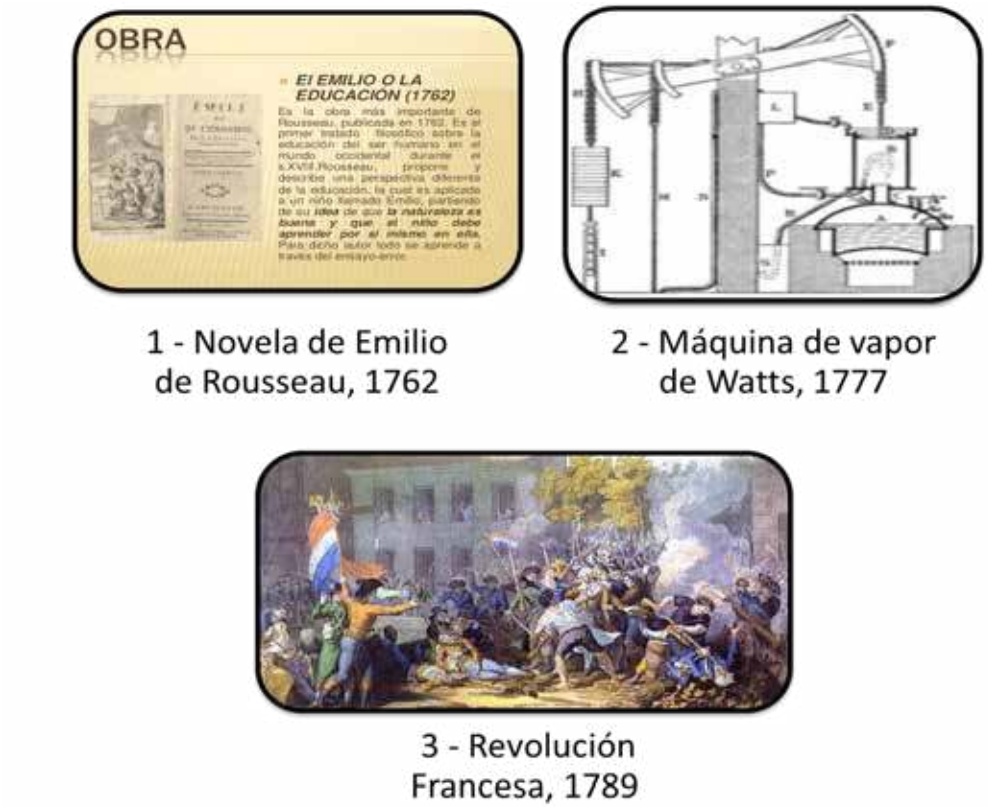
Um acontecimento importante foi a criação do *International College of Applied Kinesiology* (ICA) em 1975, nos Estados Unidos. Em 1982 os alemães fundaram o Instituto Alemão para a Cinesiologia Aplicada e, mais recentemente, em 1996, foi fundada a Sociedade Médica Alemã para Cinesiologia Aplicada (DOBLER, 2003).

Confira vídeos de como é usada a International College of Applied Kinesiology (ICA). Os vídeos estão em inglês, não têm tradução, mas têm exemplos de exercícios aplicados pela Cinesiologia (ICA): <https://www.youtube.com/user/icakusa>.

2.6 SÉCULO XIX E XX

Três invenções dessa época trouxeram uma série de consequências para o mundo e as ciências, são elas:

FIGURA 18 - INVENÇÕES DO SÉCULO XIX



FONTE: Figura 1 – Disponível em: <http://image.slidesharecdn.com/powerpointderousseau-111217111627-phpapp01/95/jean-jacque-rousseau-12-728.jpg?cb=1324121691>.

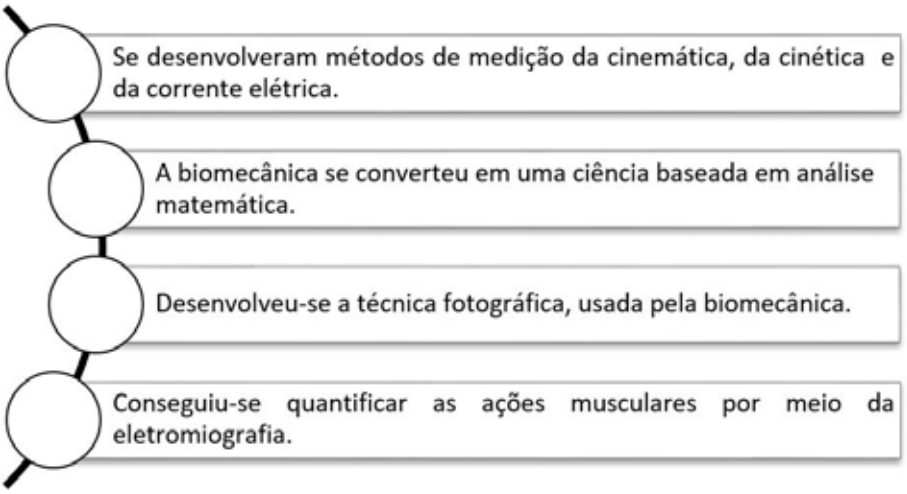
Figura 2 - Disponível em: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8e/Newcomens_Dampfmaschine_aus_Meyers_1890.png/169px-Newcomens_Dampfmaschine_aus_Meyers_1890.png>.

Figura 3 - Disponível em: <http://historiaybiografias.com/archivos_varios3/bastilla.jpg>. Acesso em: 25 nov. 2015.

Estas invenções trouxeram o desenvolvimento do esporte e da atividade física, criando maior interesse pela locomoção humana (GUILLAMÓN, 2014). Na França foi fundada uma das primeiras escolas de Educação Física do mundo, a escola *Joenville Lê-Pont*, que inspirados em Amoros, fundaram a escola militar de Educação Física. Em 1890 tiveram destaque dois professores, Demeny (matemático) e Herbert (militar). Demeny criou a biomecânica, ginástica localizada para ser aplicada na industrialização, com exercícios localizados e específicos e uma contribuição biológica.

Desenvolveram-se métodos e instrumentos de tipo experimental, sendo que estes permitiram o avanço de alguns aspectos para a biomecânica, como:

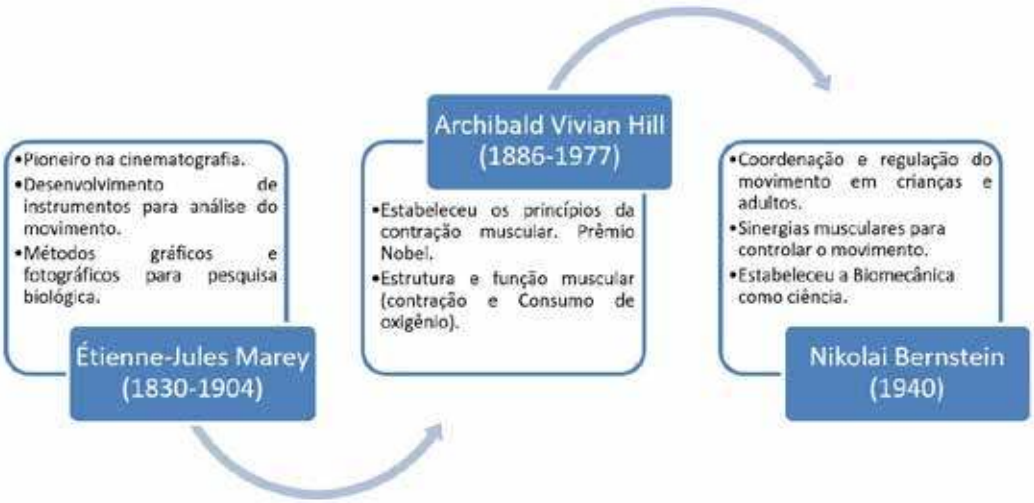
FIGURA 19 - AVANÇO DE ALGUNS ASPECTOS NA BIOMECÂNICA



FONTE: Guillamón (2014)

Vários outros cientistas contribuíram para a biomecânica e cinesiologia, mas podemos destacar três deles, pois suas descobertas são utilizadas até os dias atuais (GUILLAMÓN, 2014).

FIGURA 20 - CIENTISTAS QUE CONTRIBUÍRAM PARA CINESIOLOGIA E BIOMECÂNICA



FONTE: Guillamón (2014)

No Brasil, há poucos anos que a Biomecânica começou a ser usada. Iniciou com o apoio que algumas instituições de ensino superior brasileiras receberam do governo alemão. Um dos marcos históricos desta relação deu-se em 1965, ano em que foi concretizado o convênio cultural entre o Brasil e a República Federal da Alemanha para a introdução da Biomecânica nos cursos de Educação Física no Brasil. Como uma das ações previstas nesse convênio, no ano de 1976, o professor Hartmut Riehle ministrou cursos na Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo e na Universidade Federal de Santa Maria, com o intuito de fomentar o desenvolvimento da área, e estabelecer as bases para o curso de formação de especialistas em Biomecânica. A partir daí, tal condição levou a Biomecânica a se expandir para além do espaço disciplinar da Educação Física e do Esporte, gerando importantes relações multidisciplinares (AMADIO; SERRÃO, 2011, p. 16).

Finalizamos a sucinta história da Cinesiologia e Biomecânica e, a partir de agora, vocês entenderão os campos de atuação e os aspectos que compõem a Cinesiologia e a Biomecânica.

3 CAMPOS DE ATUAÇÃO DA CINESIOLOGIA E BIOMECÂNICA E DIFERENCIAÇÃO DOS ASPECTOS CINESIOLÓGICOS E BIOMECÂNICOS DO MOVIMENTO HUMANO

A cinesiologia é uma disciplina que se dedica ao estudo do movimento humano e à melhora da saúde. Seu campo de atuação vai desde o esporte, terapia, até a atuação no ambiente educacional (DOBLER, 2003).

Os norte-americanos John Varun Maguire e Michael Ugljesa, deram início à cinesiologia voltada ao esporte, baseando-se nas técnicas utilizadas pelo *Touch for Health* e pela Cinesiologia Aplicada para o fortalecimento e harmonização de funções musculares, e, através delas, viram que as dores causadas pela prática esportiva poderiam ser evitadas com antecedência e que também algumas lesões poderiam ser curadas completamente com eficiência e rapidez (DOBLER, 2003).

Assista a este vídeo sobre a técnica Touch for Health:
<https://www.youtube.com/watch?v=YUwA-aDmYes>

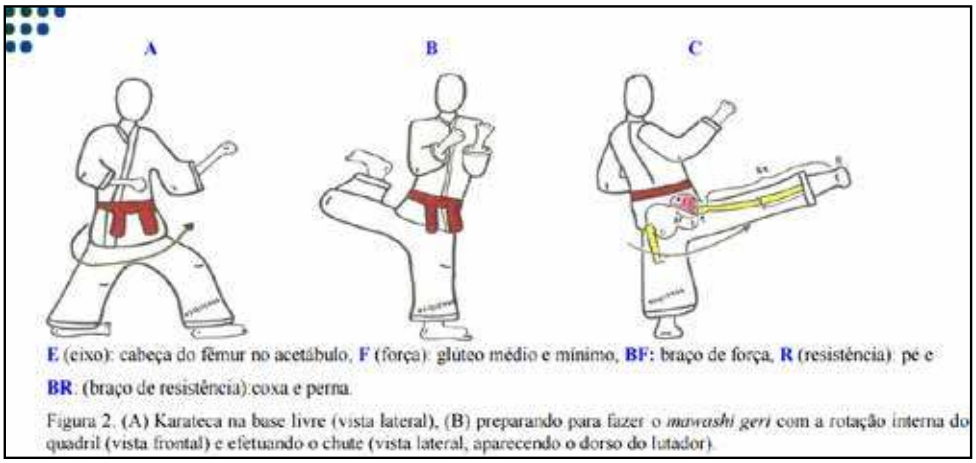
Já a biomecânica é imprescindível na análise do movimento e da técnica esportiva, pois permite avaliar a evolução ou piora do atleta na modalidade e proporciona ao esportista a compreensão para realizar determinada ação (MARQUES JUNIOR, 2011).

Veja um exemplo de como a Biomecânica é utilizada para análise do movimento, com objetivo de melhora da performance do atleta.

Veja exemplo de artigo de pesquisa esportiva que utilizou análise biomecânica.

Sugestão do Mawashi Geri do Caratê Shotokan com embasamento da biomecânica

Os autores objetivaram analisar a biomecânica do golpe do caratê shotokan, Mawashi Geri durante a ação do quadril e identificar o torque do quadril e determinar as alavancas do quadril na execução desse golpe. As duas ações do quadril são através da alavanca de 1ª classe no golpe mawashi geri, em que na fase preparatória recomenda-se flexionar o quadril devido ao maior torque e no momento de recolher a perna após o chute, é mais indicado realizar a extensão do quadril porque essa atividade ocasiona maior torque.
Em conclusão, são necessários estudos referentes à cinemática e à cinética desse golpe e a prática desses movimentos do quadril pelos caratecas durante os campeonatos para comprovar a eficácia dessas ações.



FONTE: Disponível em: <file:///C:/Users/Win7/Downloads/490-2561-1-PB.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2015.

Pensando na biomecânica no contexto esportivo, pode-se dizer que esta gera conhecimentos voltados ao melhor rendimento técnico, em como executar aquela técnica esportiva biomecanicamente, de forma mais eficiente e com menor gasto energético (BATISTA, 2001).

O que pensar da biomecânica no contexto da Educação Física escolar?

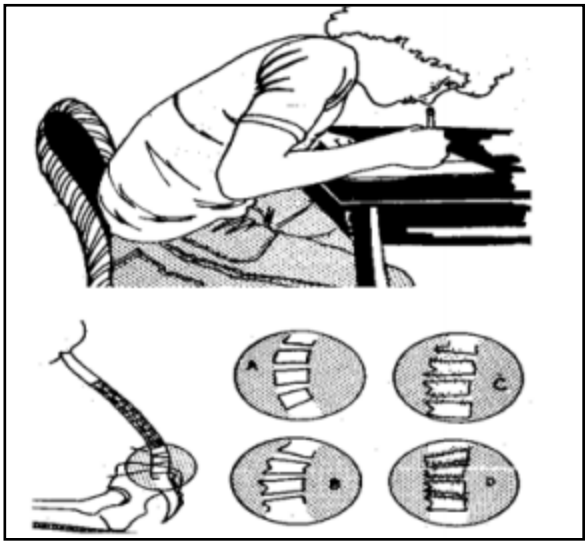
Na Educação Física escolar, a biomecânica se insere no sentido de que ela busca entender e aceitar o movimento corporal e assessorar no conhecimento dos processos de ensino de habilidade motoras (BATISTA, 2001).

Atualmente, a Biomecânica pode ser considerada uma importante ferramenta de auxílio no processo de ensino-aprendizagem do movimento corporal, estando aliada às ciências de outros campos de conhecimento, tais como Fisiologia, Aprendizagem Motora, entre outras (PORTO et al., 2015).

Veja exemplo de artigo de pesquisa, dentro do contexto escolar, que utilizou análise biomecânica, com medição com instrumentos de fácil de aquisição.

Cadeira e mochila escolares no processo de desenvolvimento da má postura e possíveis deformidades em crianças de 8-11 anos

Os autores objetivaram analisar 330 escolares de ambos os sexos na faixa etária de 8-11 anos, nos quais foram mensuradas cadeiras e mochilas utilizadas pelos alunos. Para mensuração das cadeiras foi utilizada trena antropométrica marca Cardiomed® com precisão de 0,1mm e para o peso das mochilas, balança digital marca Plenna® com precisão de 100g.
Eles concluíram que a medida das cadeiras necessita de mais estudos a fim de comparar dados para essa faixa etária, porém tudo leva a crer que as mesmas estão inadequadas. Já com relação às mochilas, a carga encontrada e transportada por esses escolares é extremamente alta, sendo assim, tanto um como outro contribuem para a má postura e possível desenvolvimento de deformidades posturais.

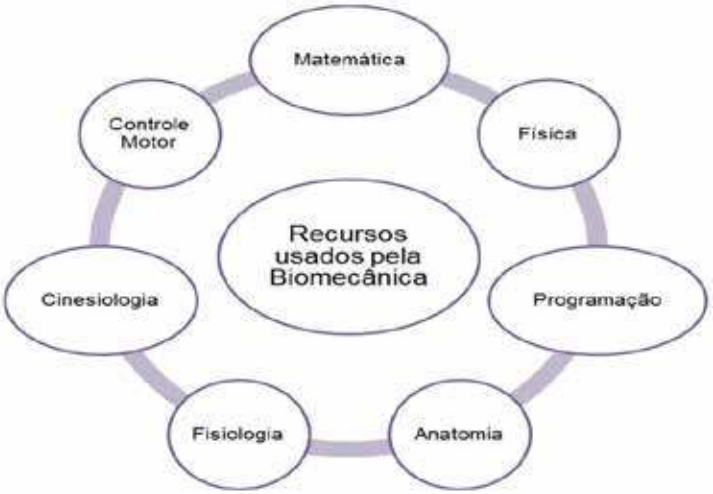


FONTE: Disponível em: <http://revistas.unoeste.br/revistas/ojs/index.php/cv/article/view/149/558>. Acesso em: 10 dez. 2015.

Quando associadas a outras disciplinas, Cinesiologia e Anatomia Funcional são ferramentas imprescindíveis na determinação de fundamentos capazes de embasar o planejamento e a aplicação de um programa do treinamento esportivo. Porém, hoje em dia vêm sendo tratadas isoladas pelas suas linguagens matematizadas, de instrumentação sofisticada e que recorrem a modelos que tendem a se apresentar como caricatura (PORTO et al., 2015).

O panorama atual da biomecânica passa cada vez mais pelos recursos de várias disciplinas que são imprescindíveis para o seu crescimento do ensino e da pesquisa.

FIGURA 21 - PANORAMA ATUAL DA BIOMECÂNICA



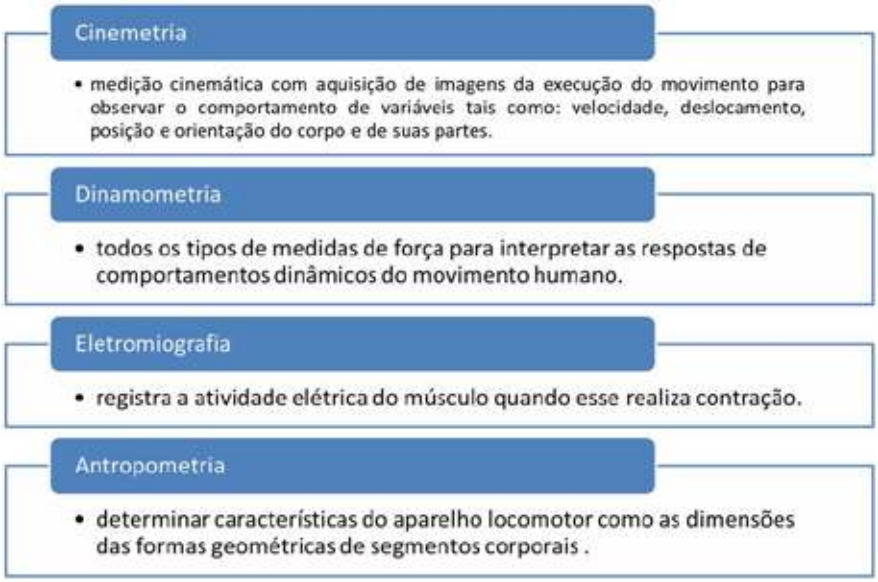
FONTE: Porto et al. (2015)

Resumindo, a área de aplicação da biomecânica no contexto escolar e esportivo pode ser subdividida em:

> • Biomecânica do rendimento (variáveis biomecânicas que determinam o resultado do movimento em qualquer nível de rendimento).
> • Biomecânica antropométrica (diagnóstico e prognóstico do rendimento relativamente às medidas antropométricas).
> • Biomecânica preventiva (identificação de cargas e os possíveis desgastes ocasionados ao aparelho de movimento oriundos da aplicação dessas cargas). (SANTOS; GUIMARÃES, 2002, p. 22).

Agora que você compreendeu as disciplinas envolvidas no contexto da biomecânica, veremos a seguir, detalhadamente, quatro grandes áreas usadas pela biomecânica citadas no Tópico 1, usadas para efeitos de medição.

FIGURA 22 - QUATRO ÁREAS USADAS PARA EFEITOS DE MEDIÇÃO



FONTE: Santos e Guimarães (2002)

A cinemetria consiste na análise de parâmetros cinemáticos, tendo por base a imagem do movimento em estudo e a sua posterior análise (análise da distância, do tempo, da velocidade e da aceleração obtida por um dado segmento corporal ou pelo centro de massa do sujeito ao realizar um determinado gesto). Tem por objetivo fornecer subsídios para a descrição de como um corpo se move, não se preocupando em explicar as causas destes movimentos (SANTOS; GUIMARÃES, 2002).

Assista ao vídeo sobre a técnica de cinemetria, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=F_LQmSwjrFQ>.
No endereço a seguir, você visita a página do Ariel Dynamics Inc., um *site* que fornece produtos e serviços na área da biomecânica. Há sistemas de análise de desempenho e sistemas de exercício, uns gratuitos e outros pagos.
<http://www1.arielnet.com/__v1_/adi2001/>
Já neste endereço <http://www2.fm.usp.br/fofito/fisio/pessoal/isabel/biomecanicaonline/medicao/cinemetria.php>, você confere a página do laboratório de biomecânica.

Na cinemetria, em um primeiro momento, ocorre a filmagem de um objeto de calibração e do movimento em estudo, por câmeras colocadas num só plano (estudos bidimensionais) ou em diversos planos (estudos tridimensionais). Numa segunda fase, é utilizado um sistema vídeo-analógico de medição do

movimento, ou seja, um *software*, através do qual se captará os dados por meio de um procedimento manual ou automático de digitalização dos pontos de referência anatômico do indivíduo, em cada fotograma.

Veja exemplo de artigo de pesquisa que usou de análise a Cinemetria.

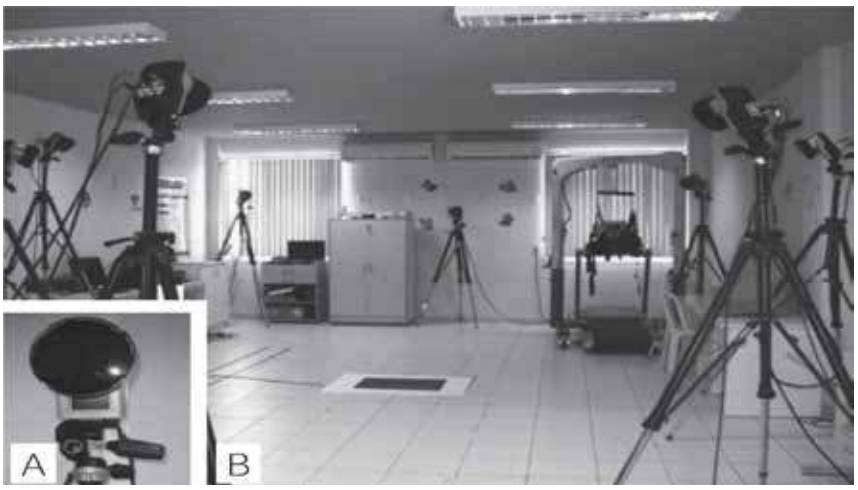
Influência do treino em esteira na marcha em dupla tarefa em indivíduos com Doença de Parkinson: estudo de caso.

Os autores analisaram os efeitos de uma sessão de treinamento de marcha na esteira sobre o desempenho de marcha em Dupla Tarefa (DT) em três indivíduos na fase *on* do medicamento antiparkinsoniano quanto à cinemetria (*Qualisys Motion Capture System*), enquanto realizavam a marcha simultaneamente a atividades cognitivas. Fizeram um treino na esteira de 20 minutos de marcha. Concluíram que houve aumentos no comprimento da passada (p=0,01), no comprimento do passo (p=0,01) e no tempo total de apoio (p=0,03). Esses resultados indicam que o treino em esteira pode promover melhora no desempenho de marcha em DT em indivíduos com DP.

FONTE: Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/fp/v21n3/pt_1809-2950-fp-21-03-00291.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2015.

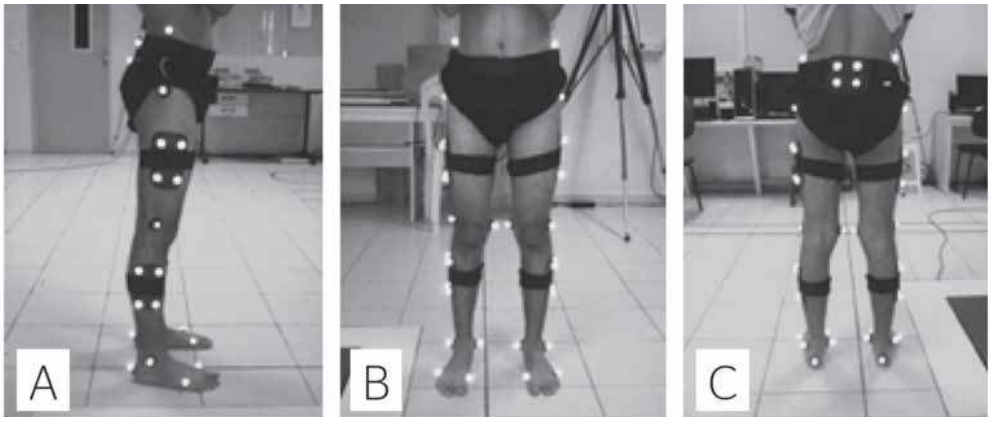
O laboratório *Qualisys Motion Capture Systems* foi usado na pesquisa de Sousa et al. (2014, p. 291) "para análise da marcha em DT no solo, pelo *Qualisys Medical* AB, 411 13 Gothenburg - Suécia, que permite o registro das variáveis espaço-temporais da marcha e das variações angulares referentes às articulações do quadril, joelho e tornozelo" (fotos a seguir).

FIGURA 23 - LOCAL DE AVALIAÇÃO CINEMÁTICA



FONTE: Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1809-295020140003002 91&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 8 dez. 2015.

FIGURA 24 - SENSORES PARA A AVALIAÇÃO CINEMÁTICA



FONTE: Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1809-29502014000300291&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 8 dez. 2015.

A Dinamometria (DM) é uma medida de força isométrica, que envolve o emprego de força sobre um objeto imóvel. O músculo se contrai, permanecendo sob tensão constante por um curto intervalo de tempo, porém, há pouca alteração em seu comprimento (SCHLUSSEL; ANJOS; KAC, 2008).

"Inúmeros instrumentos estão disponíveis para aferir valores de DM. Os aparelhos utilizados para esta medida de força podem ser classificados em quatro categorias: hidráulicos, pneumáticos, mecânicos e *strain gauges* (ou células de carga)" (SCHLUSSEL; ANJOS; KAC, 2008, p. 233).

"Dinamômetros hidráulicos são sistemas selados, que medem a DM em quilogramas (ou libras) força" (SCHLUSSEL; ANJOS; KAC, 2008, p. 233).

FIGURA 25 - EXEMPLO DE UM DINAMÔMETRO HIDRÁULICO DE MÃO

FONTE: Disponível em: <http://goo.gl/BxCv9T>. Acesso em: 8 dez. 2015.

"Instrumentos pneumáticos usam um mecanismo de compressão em uma bolsa de ar para determinar a DM; são normalmente utilizados em indivíduos que apresentam dor e favorecer a medida em milímetros de mercúrio ou libra/polegada" (SCHLUSSEL; ANJOS; KAC, 2008, p. 234).

FIGURA 26 - EXEMPLO DE UM DINAMÔMETRO PNEUMÁTICO DE MÃO

FONTE: Disponível em: <http://goo.gl/CyTlvB>. Acesso em: 8 dez. 2015.

"Dinamômetros mecânicos são instrumentos que medem a DM em função da quantidade de tensão produzida em uma mola de aço" (SCHLUSSEL; ANJOS; KAC, 2008, p. 234).

FIGURA 27 - EXEMPLO DE DINAMÔMETROS MECÂNICOS

FONTE: Disponível em: <https://goo.gl/iPXgdC>. Acesso em: 8 dez. 2015.

"Já os *strain gauges* são aparelhos em que a força empreendida em uma célula de carga é captada eletronicamente, amplificada e transmitida para um monitor digital" (SCHLUSSEL; ANJOS; KAC, 2008 p. 235).

FIGURA 28 - EXEMPLO DE DINAMÔMETROS MECÂNICOS

FONTE: Disponível em: <http://goo.gl/bNnd4L>. Acesso em: 8 dez. 2015.

"Dinamômetros eletromecânicos fornecem resistência ao movimento articular ao longo de uma determinada amplitude, possibilitando a avaliação de parâmetros relacionados à força muscular de forma dinâmica, sendo atualmente o mais utilizado, a dinamometria isocinética" (AQUINO et al., 2007, p. 93).

Essa tecnologia permite que a musculatura produza força muscular máxima em todos os pontos da amplitude de movimento (tanto em contrações concêntricas quanto excêntricas), o que não pode ser obtido com testes isotônicos (com carga constante) e os valores obtidos no teste isocinético são mais realistas em relação à capacidade funcional muscular máxima (AQUINO et al., 2007).

FIGURA 29 - EXEMPLO DE DINAMÔMETRO ISOCINÉTICO

FONTE: Disponível em: <https://goo.gl/2rlCxW>. Acesso em: 8 dez. 2015.

DICAS

Veja um exemplo de artigo de pesquisa que usou de análise a dinamometria computadorizada.

Força muscular de atletas de voleibol de 9 a 18 anos através da dinamometria computadorizada

Os autores analisaram as forças musculares isométrica e isocinética em diferentes graus maturacionais de 37 meninos e meninas atletas de voleibol. Utilizado um dinamômetro computadorizado (*Cybex Norm*) para medir a força isocinética de flexão do cotovelo (FC) e de extensão de joelho (EJ) nas velocidades de 60 e 90º.s-1. A força isométrica foi medida nos mesmos exercícios nos ângulos de 60 e 90º (FC), e 45 e 60º (EJ). Observaram que no teste isométricos os valores não foram diferentes para meninos e meninas e nos testes isocinéticos, os meninos foram mais fortes do que as meninas nos grupos de 10 e 12 anos, em 60 e 90º.s-1.

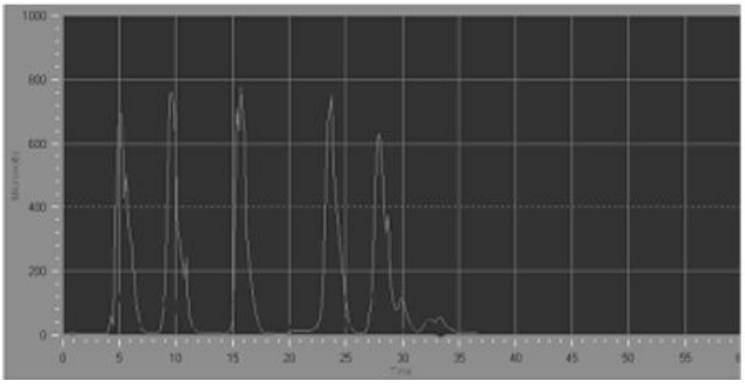
FONTE: Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v10n2/a03v10n2.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2015.

FIGURA 30 - EXEMPLO DO APARELHO *CYBEX NORM*

FONTE: Disponível em: <http://goo.gl/Bwp0JZ>. Acesso em: 8 dez. 2015.

A Eletromiografia (EMG) é uma técnica que permite o registro dos sinais elétricos gerados pelas células musculares, possibilitando a análise da atividade muscular durante o movimento (OCARINO et al., 2005).

FIGURA 31 - EXEMPLO DE GRÁFICO DE ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA



FONTE: Disponível em: <http://goo.gl/mW1tpk>. Acesso em: 8 dez. 2015.

FIGURA 32 - EXEMPLO DO APARELHO DE ELETROMIOGRAFIA

FONTE: Disponível em: <http://goo.gl/zJNQEv>. Acesso em: 8 dez. 2015.

Veja exemplo de artigo de pesquisa que usou de análise a eletromiografia.

Influência da utilização da órtese de tornozelo durante atividades do voleibol: avaliação eletromiográfica

Os autores avaliaram o desempenho dos músculos do tornozelo por meio da medida da atividade elétrica em diferentes atividades esportivas do voleibol (salto vertical e deslocamento lateral), em nove atletas de voleibol feminino com e sem o uso de órtese de tornozelo. Coletaram a contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de cada músculo e, em seguida, a atividade eletromiográfica em diferentes situações com e sem a órtese. O sinal eletromiográfico foi quantificado

pela raiz quadrada da média (RMS) e normalizado pela contração isométrica voluntária máxima (CIVM).
Observaram que ocorreu diferença na Fase I do salto a favor do tibial anterior e na Fase II, a favor dos três músculos flexores sem e com o uso da órtese. Quanto à atividade do deslocamento, foi observada diferença na fase da freada a favor do tibial anterior e do gastrocnêmico, porção lateral.

Veja as fotos desta pesquisa.

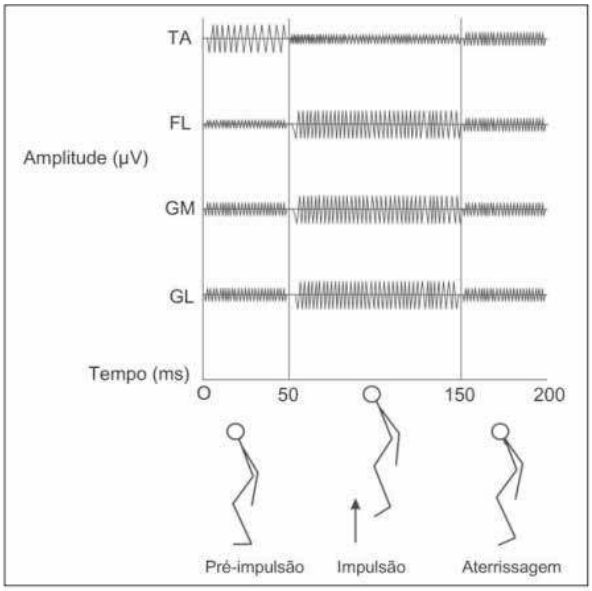


***Fig. 1** – Figura esquemática da atividade eletromiográfica dos músculos Tibial Anterior (TA), Fibular Longo (FL) e Gastrocnêmio – porção Média (GM) e Lateral (GL) durante as três fases do salto*

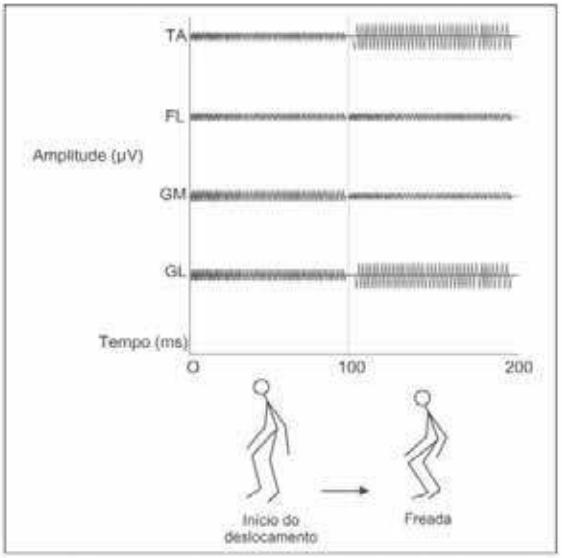


***Fig. 2** – Figura esquemática da atividade eletromiográfica dos músculos Tibial Anterior (TA), Fibular Longo (FL) e Gastrocnêmio – porção Média (GM) e Lateral (GL) durante as duas fase do deslocamento lateral*

FONTE: Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v11n5/27588.pdf>. Acesso em: 8 dez. 2015.

A antropometria baseia-se na mensuração sistemática e na análise quantitativa das variações dimensionais do corpo humano, que pode medir o tamanho físico de uma população através da medição de comprimentos, profundidades e circunferências corporais (SANTOS; FUJÃO, 2015).

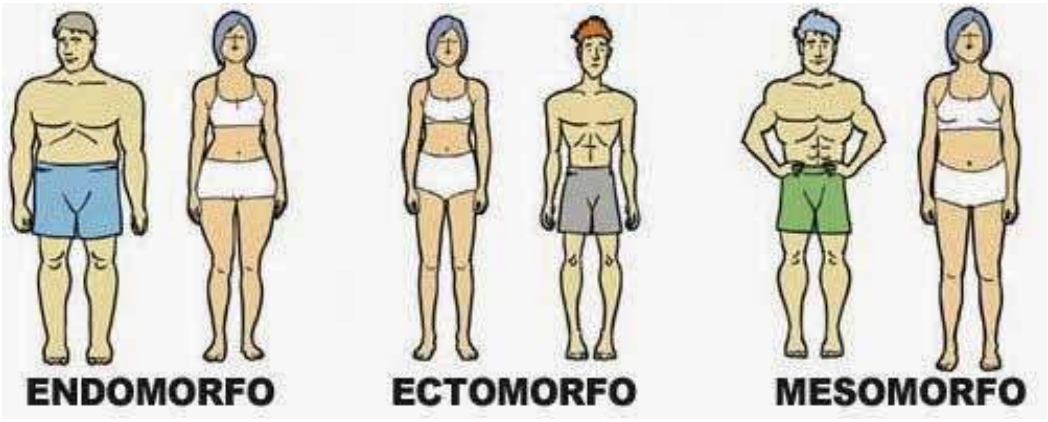
Cada vez mais decisivas na seleção e determinação de rendimento dos atletas, as características antropométricas e da composição corporal proporcionam melhores condições para o treino das qualidades físicas, além de auxiliarem diretamente nas ações de jogo (NORTON; OLDS, 2001).

FIGURA 33 - DIVISÃO DA ANTROPOMETRIA

FONTE: Disponível em: <file:///C:/Users/Win7/Downloads/ler.pdf>. Acesso em: 8 dez. 2015.

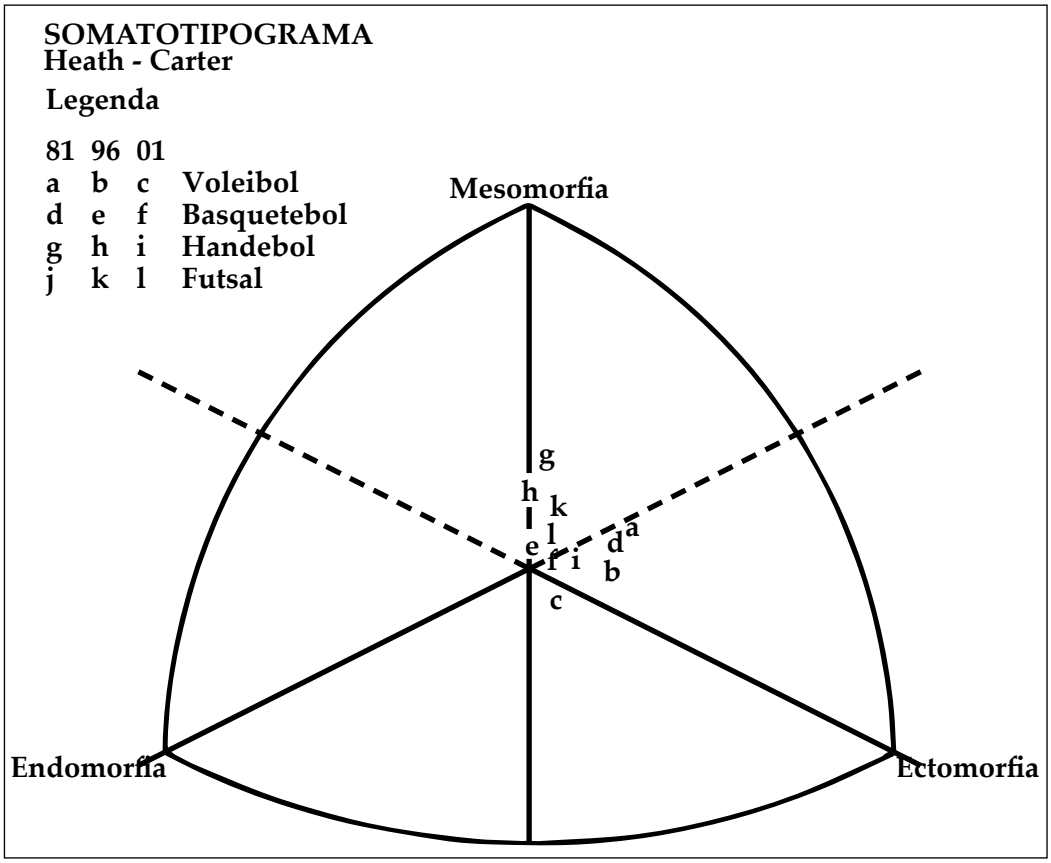
Dentro do contexto da somatometria, a literatura internacional cita a importância do somatótipo que vem sendo utilizado para se conhecer o tipo físico ideal para cada modalidade esportiva, sendo assim, um excelente método de auxílio na orientação esportiva e descoberta de talentos (GUALDI-RUSSO; ZACCAGNI, 2001).

FIGURA 34 - EXEMPLO DA CLASSIFICAÇÃO DO SOMATÓTIPO



FONTE: Disponível em: <http://goo.gl/m0tLqy>. Acesso em: 8 dez. 2015.

FIGURA 35 - EXEMPLO DA CLASSIFICAÇÃO DO SOMATÓTIPO NO ESPORTE



FONTE: Disponível em: <http://goo.gl/N5sxtD> Acesso em: 8 dez. 2015.

Confira um exemplo de artigo de pesquisa que utilizou a análise de somatótipo.

Antropometria e somatótipo: fatores determinantes na seleção de atletas no voleibol brasileiro

Artigo de Cabral, B.G.A.T. et al. Publicado na Revista Brasileira de Ciência Esporte, v.33, n.3, p.733-746, 2011.

Os autores analisaram o somatótipo de 54 atletas infanto-juvenis, juvenis e adultos do voleibol brasileiro. Para o somatótipo utilizou-se o método de Heath e Carter e recorreu-se ao cálculo da distância espacial entre os somatótipos (DES). Observaram que a estatura não apresenta diferença significativa entre as seleções, somente entre as posições de jogo. O somatótipo da seleção infanto-juvenil foi diferente das demais. A seleção adulta classificou-se como ectomorfo-mesomorfo, juvenil como central e infanto-juvenil como ecto-endomórfico. Concluíram que a estatura e linearidade são variáveis importantes na seleção de atletas para o alto rendimento.

FONTE: Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbce/v33n3/a14v33n3>. Acesso em: 10 dez. 2015.

> A interpretação das medidas antropométricas exige o uso de padrões de referência e de pontos de corte definidos. É desejável que o profissional dê preferência às preconizações das agências nacionais e internacionais de saúde, pois, geralmente, os dados resultam de estudos e análises criteriosas, feitos por grupos de experts, e propiciam uma padronização dos cuidados de saúde e comparação com dados internacionais (SOARES, 2003, p. 93).

De acordo com Falkner e Tanner (1986, p. 24):

> A antropometria é a técnica de expressar quantitativamente a forma do corpo. É a arte sistematizada de medir e obter observações do corpo humano, de maneira fidedigna, para finalidades científicas. Em investigação nutricional, a antropometria constitui-se na avaliação da dimensão e da composição global do corpo humano em desenvolvimento, nas diferentes idades e nos diferentes graus de nutrição.

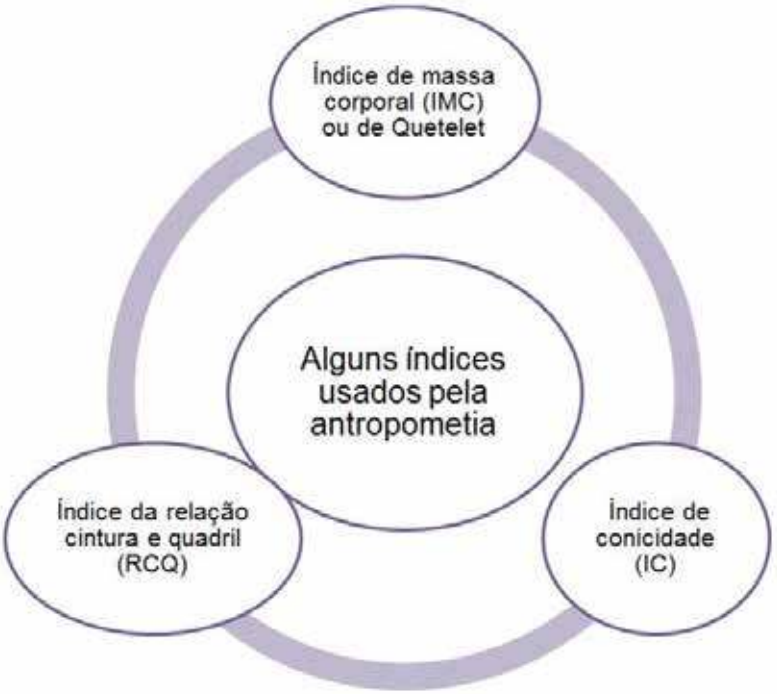
As vantagens no uso das técnicas antropométricas são: significativa relação das medidas antropométricas com a densidade (D), obtidas através dos métodos laboratoriais; uso de equipamentos de baixo custo financeiro e a necessidade de pequeno espaço físico; a facilidade e a rapidez na coleta de dados; a não invasividade do método (TRIBESS; PETROSKY; RODRIGUES-AÑEZ, 2003).

FIGURA 36 - MÉTODOS USADOS PELA ANTROPOMETRIA

FONTE: Tribess, Petrosky e Rodrigues-Añez (2003)

Alguns índices avaliam o risco para propensão de doenças. E envolvem o uso dessas medidas isoladas e/ou a combinação de algumas, em equação de regressão para estimar a densidade (D), tendo como critério os métodos (TRIBESS; PETROSKY; RODRIGUES-AÑEZ, 2003).

FIGURA 37 - ÍNDICES USADOS PELA ANTROPOMETRIA



FONTE: Tribess, Petrosky e Rodrigues-Añez (2003)

Veja um exemplo de artigo de pesquisa que se usou de análise de antropometria.

Perfil antropométrico e de desempenho motor de atletas paranaenses de futsal de elite

Os autores analisaram o perfil antropométrico de atletas de futsal masculino, pertencentes às equipes finalistas do campeonato paranaense da categoria adulto, chave ouro. Coletaram medidas antropométricas (massa corporal, estatura e espessura de dobras cutâneas) de vinte e sete atletas do sexo masculino. Para a análise dos dados, agrupou-se os atletas de acordo com a posição de jogo. Observaram que os atletas paranaenses parecem ser eutróficos, além de possuírem adiposidade corporal reduzida, observada pelo valor do IMC e pela espessura de dobras cutâneas, respectivamente.

FONTE: Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Edilson_Cyrino/publication/26497517_Anthropometric_and_motor_performance_profile_of_elite_futsal_athletes/links/0fcfd50bf13d3a50ca000000.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2015.

Na disciplina de medidas e avaliação, você compreenderá cada método da antropometria, isoladamente.

ATIVIDADE PRÁTICA

Contato de improvisação - Estátua

Objetivo: Realizar o movimento adequando e encaixar-se no corpo do colega, sem tocá-lo. Estudar os ângulos, movimentos, encaixes. Realizar o movimento, levando em conta apoios e pontos do corpo parado do colega.

Tempo de duração: de 45 a 60 minutos.

Material a ser utilizado: sem material.

Etapas:

1 - Incialmente, formam-se as duplas.
2 - Um colega para como uma estátua.
3 - O outro colega vai encaixando seu braço ou perna no espaço vazio do corpo do colega, e também para como uma estátua.
4 - O primeiro sai de sua formação e tenta se encaixar nesse segundo que está parado, e assim sucessivamente, com variações:
- sem contato, com contato;
- duplas, trios, grandes grupos;
- um por vez ou todos juntos.

Assista ao vídeo do *link*, nele há o exemplo da tarefa com contato.
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=t4srxcjPgkE>.

LEITURA COMPLEMENTAR

Leia parte da Entrevista com Pedro Bara Zanotto concedida ao *blog* Yoga pela paz, em que ele fala do uso do conhecimento de Biomecânica nas aulas de yoga.

Biomecânica do Yoga

O professor Pedro Bara Zanotto, praticante de Hatha Yoga há 11 anos, começou a estudar Biomecânica na busca de explicações para como o Yoga funciona e qual a melhor forma de praticá-lo. Neste processo de investigação descobriu um diagnóstico que revelou algumas lesões degenerativas na coluna. Tal descoberta gerou mais interesse em entender estas lesões e o que deveria ser modificado na prática para curá-las ou evitar que se agravassem. Isso o conduziu ao desenvolvimento de um novo olhar sobre a prática e como considerar as individualidades dos alunos. É isso que ele compartilha um pouco nesta entrevista.

O que é biomecânica?

PBZ: A Biomecânica examina o corpo e seus movimentos, e fundamenta-se nos princípios e métodos mecânicos e no conhecimento de anatomia e fisiologia. É, portanto, a aplicação das leis e princípios do movimento aos tecidos biológicos.

Como se aplica ao Yoga?

PBZ: Não serve somente ao Yoga, tais conhecimentos deveriam fundamentar qualquer prática que inclua o uso do corpo e de movimento, portanto, tudo que fazemos, desde ficar sentado até o asana mais desafiador. O Yoga tem muito a trocar entre sua tradição de posturas e a sabedoria ancestral de efeitos com uma análise da biomecânica para sabermos exatamente os efeitos agudos e crônicos da postura: que parte é alongada, o que está estável, limites de amplitude articular para preservar as articulações etc.

Qual a responsabilidade do professor em evitar as lesões do aluno?

PBZ: Toda. O conhecimento biomecânico é importante tanto para o professor quanto para o aluno, mas o aluno não estudou e nem praticou tantas horas como o professor então confia que este guie sua prática. Muitos alunos e alguns professores assumem que lesões são "normais", "que fazem parte do processo" ou acham até que são necessárias para "abrir o corpo" e levar a prática a um novo patamar. Não vejo desta forma. Acho que lesões (as que são crônicas) podem e devem ser evitadas. O papel de prevenção cabe aos professores, pois o aluno não tem como sentir uma degeneração articular! As lesões crônicas não aparecem de um dia para o outro, são processos duradouros e constantes de mau uso ou mau alinhamento. Os músculos são altamente vascularizados e inervados: a primeira condição (vascularização) garante regeneração e a segunda (a inervação) garante controle motor e propriocepção – que o músculo informe ao cérebro o quanto ele está estirado e o quanto está tensionado.

Se quiser visualizar a entrevista na íntegra, ela se encontra disponível em: <http://www.yogapelapaz.com.br/blog/?p=1574>. Acesso: 25 nov. 2015.

RESUMO DO TÓPICO 2

Neste tópico, você viu que:

- No final do século XIX a palavra cinesiologia foi usada pela primeira vez e, somente no fim dos anos 60 a palavra biomecânica se popularizou.

- Arquimedes iniciou os princípios hidrostáticos que explicam a maneira pela qual os corpos flutuam; na qual se baseiam os estudiosos da cinesiologia da natação.

- Aristóteles é considerado o pai da cinesiologia.

- Galeno deu o "pontapé" inicial para o entendimento dos movimentos humanos como resultado da contração dos músculos.

- Leonardo da Vinci foi o primeiro a acertar a forma dos diferentes órgãos do corpo humano, sendo creditados méritos no estudo da anatomia.

- De 1600 a 1730 na cinesiologia e, principalmente na biomecânica, houve o surgimento do envolvimento da teoria e prática por meio das experimentações, bem como o desenvolvimento das três leis de Newton.

- O quiroprático norte-americano George Goodheart, em 1964, criou o que chamamos de Cinesiologia Aplicada.

- Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679) é considerado o pai da biomecânica, sendo o primeiro a esclarecer as alavancas do sistema musculoesquelético.

- A utilização da mecânica Lagrangeana é usada até hoje, pois ela é baseada em grandezas escalares (energia cinética e potencial).

- A cinesiologia é uma disciplina que se dedica ao estudo do movimento humano e à melhora da saúde. Seu campo de atuação vai desde o esporte e terapia, até atuação no ambiente educacional.

- Já a biomecânica é imprescindível na análise do movimento e da técnica esportiva, pois permite avaliar a evolução ou piora do atleta na modalidade, e proporciona ao esportista a compreensão para realizar determinada ação.

- Atualmente, a biomecânica pode ser considerada uma importante ferramenta de auxílio no processo de ensino-aprendizagem do movimento corporal.

- A cinemetria consiste na análise de parâmetros cinemáticos, tendo por base imagens do movimento em estudo e a sua posterior análise.

- A dinamometria (DM) é uma medida de força isométrica, que envolve o emprego de força sobre um objeto imóvel.

- A antropometria baseia-se na mensuração sistemática e na análise quantitativa das variações dimensionais do corpo humano.

- A antropometria é a técnica de expressar quantitativamente a forma do corpo.

- Em investigação nutricional, a antropometria constitui-se na avaliação da dimensão e da composição global do corpo humano, em desenvolvimento, nas diferentes idades e nos diferentes graus de nutrição.

AUTOATIVIDADE

1 A cinesiologia e a biomecânica têm algumas características marcantes. Nesse sentido, assinale V para verdadeiro e F para falso sobre essas características:

( ) A cinesiologia quer dizer *Kinein* + *logos* e a biomecânica quer dizer bio + elétrica.
( ) A palavra cinesiologia tornou-se popular no século XX, a biomecânica no fim dos anos 60.
( ) Arquimedes é o pai da cinesiologia e Aristóteles inventou a geometria.
( ) Aristóteles foi o primeiro a analisar e descrever o complexo processo da deambulação (marcha).

Agora, assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA:

a) ( ) F-F-V-V
b) ( ) F-V-F-V
c) ( ) V-F-F-F
d) ( ) V-F-V-F

2 Sobre o surgimento da cinesiologia, assinale a alternativa VERDADEIRA:

a) ( ) O surgimento da cinesiologia se deu pelo estudo do cérebro de animais.
b) ( ) O surgimento da cinesiologia se deu pela fascinação dos animais em estudarem o comportamento do ser humano.
c) ( ) O surgimento da cinesiologia se deu pela fascinação dos seres humanos pelo comportamento motor animal.
d) ( ) O surgimento da cinesiologia não se deu pelo estudo, mas surgiu junto com a evolução do ser humano.

3 Galeno (131-202 d.C.), deu o "pontapé" inicial para o entendimento dos movimentos humanos. Aspectos detalhados em seus estudos formam, EXCETO:

a) ( ) Anatomia do corpo humano.
b) ( ) Do esqueleto.
c) ( ) Da personalidade.
d) ( ) Dos músculos.
e) ( ) Funções musculares.

4 “Da Vinci era particularmente interessado na estrutura do _____em relação com o _____ e na relação existente entre o _____, o _____ e o _____. Descreveu a mecânica do corpo na atitude _____, a marcha na descida e na subida, no erguer-se de uma posição sentada, e no _____ [...]” (RASCH; BURKE, 1977, p. 2).

Assinale a alternativa CORRETA que preenche a citação acima:

a) ( ) movimento, corpo humano, centro de resistência, centro de gravidade, equilíbrio, salto, ereta.
b) ( ) corpo humano, movimento, centro de gravidade, equilíbrio, centro de resistência, ereta, salto.
c) ( ) centro de gravidade, salto, movimento, equilíbrio, centro de resistência, ereta, corpo humano.
d) ( ) salto, centro de resistência, ereta, corpo humano, movimento, centro de gravidade, equilíbrio.

5 Após a leitura da história da Cinesiologia e Biomecânica, tente enumerar cinco nomes importantes e suas contribuições para a história:

1	
2	
3	
4	
5	

6 Sobre a Mecânica Clássica, elaborada por Joseph-Louis Lagrange, assinale a alternativa VERDADEIRA:

a) ( ) Combina a conservação do momento linear com a conservação da energia, auxiliando no melhor entendimento da força, nos momentos e energia, na contração muscular influenciada pelas forças elétricas, bioquímicas e mecânicas.
b) ( ) Não combina a conservação do momento linear com a conservação da energia, mas apenas nos meridianos para auxiliar no melhor entendimento da força, da energia na contração muscular influenciada pelas forças elétricas, bioquímicas e mecânicas.
c) ( ) Combina a conservação do momento linear com a conservação da energia, auxiliando no pior entendimento da força, nos momentos e energia, na contração muscular influenciada pelas forças elétricas, bioquímicas e mecânicas.

d) ( ) Combina a conservação do momento linear com a conservação da energia, auxiliando no melhor entendimento da força, sem levar em conta o momento e a energia, e diz que a contração muscular não é influenciada pelas forças elétricas, bioquímicas e mecânicas.

7 De acordo com a história da Cinesiologia e da Biomecânica, associe os itens abaixo:

I - Aristóteles
II - Giovanni Alfonso Borelli
III - George Goodheart

( ) Considerado o pai da Biomecânica.
( ) Considerado o criador da Cinesiologia aplicada.
( ) Considerado o pai da Cinesiologia.

Agora, assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA:

a) ( ) I - II - III
b) ( ) III - I - II
c) ( ) II - III - I
d) ( ) II - I - III

8 A área de aplicação da Biomecânica no contexto escolar e esportivo tem subdivisões. Nesse sentido, assinale V para verdadeiro e F para falso sobre essas características:

( ) Biomecânica do rendimento (variáveis biomecânicas que determinam o resultado do movimento em qualquer nível de rendimento).
( ) Biomecânica antropométrica (não utiliza as medidas antropométricas para o diagnóstico e prognóstico do rendimento).
( ) Biomecânica preventiva (identificação de cargas e os possíveis desgastes ocasionados ao aparelho de movimento oriundos da aplicação dessas cargas).
( ) Biomecânica antropométrica (diagnóstico e prognóstico do rendimento relativamente às medidas antropométricas).

Agora, assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA:

a) ( ) F-F-V-V
b) ( ) V-F-F-F
c) ( ) V-F-V-V
d) ( ) V-F-V-F

9 Conforme seus estudos, a cinemetria consiste na análise de parâmetros cinemáticos, tendo por base a imagem do movimento em estudo. Sobre esse aspecto da cinemetria, analise as seguintes sentenças:

A medição cinemática com aquisição de imagens da execução do movimento para observar o comportamento de variáveis.

Tais como

Velocidade, deslocamento, posição e orientação do corpo e de suas partes.

Agora, assinale a alternativa CORRETA:

a) ( ) A primeira é uma afirmação verdadeira e a segunda, falsa.
b) ( ) Ambas afirmações são falsas.
c) ( ) As duas são verdadeiras mas não tem relação entre si.
d) ( ) As duas são verdadeiras e a segunda é complemento e justificativa da primeira.

10 **"**A Dinamometria (DM) é uma medida de _____, que envolve o emprego de _____ sobre um objeto _____. O _____ se contrai, permanecendo sob _____ por um curto intervalo de _____, porém, há pouca alteração em seu _____. " (SCHLUSSEL; ANJOS; KAC, 2008, p. 233).

Assinale a alternativa correta que preenche a citação acima:

a) ( ) força, força isométrica, imóvel, tensão constante, músculo, tempo, comprimento.
b) ( ) força isométrica, força, imóvel, músculo, tensão constante, tempo, comprimento.
c) ( ) força isométrica, tempo, músculo, força, imóvel, tensão constante, comprimento.
d) ( ) comprimento, força isométrica, força, tempo, tensão constante, imóvel, músculo.

11 "Os aparelhos utilizados para esta medida de força podem ser classificados em quatro categorias: hidráulicos, pneumáticos, mecânicos e *strain gauges* (ou células de carga) ". (SCHLUSSEL; ANJOS; KAC, 2008, p. 233).

Agora, associe os itens abaixo:

I - Dinamômetros hidráulicos
II - Dinamômetros mecânicos
III - *Strain gauges*

( ) São instrumentos que medem a DM em função da quantidade de tensão produzida em uma mola de aço.
( ) São sistemas selados, que medem a DM em quilogramas.
( ) São aparelhos em que a força empreendida em uma célula de carga é captada eletronicamente, amplificada e transmitida para um monitor digital.

Após esta associação, assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA:

a) ( ) I - II - III
b) ( ) III - I - II
c) ( ) II - I - III
d) ( ) II - III - I

12 O método antropométrico utiliza-se de, EXCETO:

a) ( ) Diâmetros.
b) ( ) Perímetros.
c) ( ) Altura.
d) ( ) Comprimentos celulares.
e) ( ) Comprimentos ósseos.

UNIDADE 2

CINESIOLOGIA APLICADA AO MOVIMENTO

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

A partir do estudo desta unidade, você deverá ser capaz de:

- conhecer as subdivisões da Cinesiologia;
- conceituar a cinesiologia dos movimentos;
- entender como a Cinesiologia pode ser aplicada em uma aula;
- apontar como cada método de ginástica pode ser utilizado na escola.

PLANO DE ESTUDOS

Esta unidade está dividida em dois tópicos. Em cada um deles, você encontrará atividades que o(a) ajudarão a fixar os conhecimentos abordados.

TÓPICO 1 – PRINCÍPIOS BÁSICOS DA CINESIOLOGIA

TÓPICO 2 – ABORDAGENS SOBRE AS FÁSCIAS ALAVANCAS

TÓPICO 1

PRINCÍPIOS BÁSICOS DA CINESIOLOGIA

1 INTRODUÇÃO

Neste tópico você será apresentado a todos os segmentos da coluna vertebral e seus respectivos movimentos. Abordaremos os conteúdos um a um para fixação dos conceitos básicos e para melhor entendimento e aplicabilidade dentro da Educação Física.

2 CINESIOLOGIA: MOVIMENTOS DA COLUNA VERTEBRAL

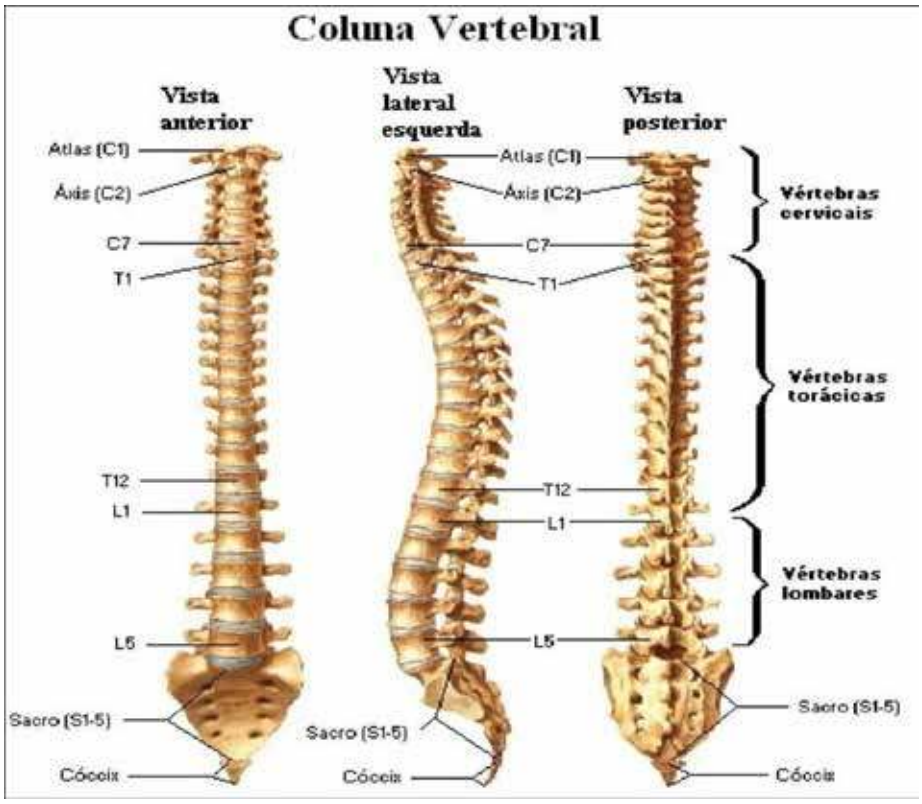
A coluna vertebral é organizada em componentes exclusivos que são acondicionados entre si pelas articulações, ligados fortemente por ligamentos e sustentados por um emaranhado de músculos e tendões. Está distribuída em uma série de discos individuais sobrepostos, denominados vértebras, que são interligadas uma a uma formando uma haste resoluta e arqueável, complacente (PUTZ; PABST, 2000).

Além das vértebras e dos discos vertebrais, a coluna vertebral ainda é composta de músculos, nervos, vasos e da medula espinhal que passa dentro das vértebras, que fazem a proteção da medula (PUTZ; PABST, 2000).

É formada por 33 vértebras (24 móveis: 7 cervicais, 12 torácicas e 5 lombares), logo em seguida, abaixo das vértebras lombares, encontram-se mais 5 vértebras fixas que formam o sacro, o qual é um osso com formato triangular grande que preenche a cavidade pélvica e fica entre a última vértebra lombar e a parte inferior do cóccix. E ainda, mais 4 vértebras fixas, vértebras coccígeas inferiores finais que constituem o osso cóccix, com um formato pequeno, alongado e fino, finalizando a coluna vertebral (PUTZ; PABST, 2000).

A coluna vertebral exerce funções importantíssimas em nosso corpo, dentre elas, realiza a manutenção da postura ereta em conformidade com a gravidade, faz a sustentação do peso corporal, protege a medula espinhal que fica dentro do canal vertebral, possibilita movimentação (cervical e lombar), marcha, mobilidade corporal. Equilibra, ordena e amplia as forças que agem sobre o corpo, além de recepcionar e absorver os esforços de compressão que é exposta (NASCIMENTO FILHO, 2011).

FIGURA 38 - VISTAS ANTEROPOSTERIOR-LATERAL DA COLUNA VERTEBRAL



FONTE: Disponível em: <http://www.auladeanatomia.com/osteologia/colunacurvas.jpg>. Acesso em: 25 nov. 2015.

SUBDIVISÕES DA COLUNA VERTEBRAL

CERVICAL – C1 a C7
TORÁXICA – T1 a T12
SACRO – S1 a S5
CÓCCIX – 4

FONTE: Disponível em: <http://anatomia.icb.ufrj.br/material/Carlo_ColunaVertebral.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2015.

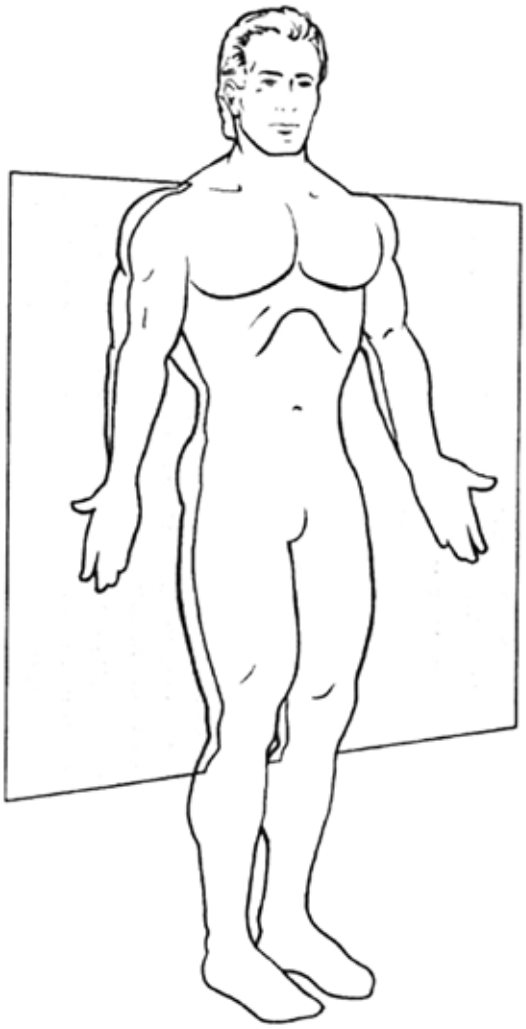
3 PLANOS DO MOVIMENTO

3.1 PLANO FRONTAL

Plano frontal ou coronal, divide o corpo em duas metades, anterior e posterior, os movimentos realizados neste plano são as abduções e aduções,

e ainda, as flexões de pescoço e tronco. Todo e qualquer movimento que for realizado em direção a favor ou em direção oposta ao mediano, acontece no plano frontal (AABERG, 2002).

FIGURA 39 - PLANO FRONTAL



FONTE: AABERG (2002)

3.2 PLANO SAGITAL

Plano sagital ou mediano, divide o corpo em duas partes iguais, direita e esquerda. São os planos verticais tendo como referência a sutura sagital da calota craniana. Os movimentos que podem ser realizados são para frente e para trás, flexão e extensão (AABERG, 2002).

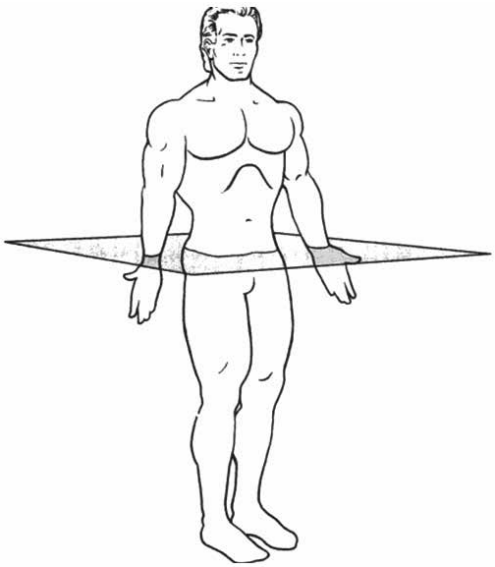
FIGURA 40 - PLANO SAGITAL

FONTE: Disponível em: <http://underpop.online.fr/b/biomecanica-da-musculacao/musculacao-010.gif>. Acesso em: 24 nov. 2015.

3.3 PLANO TRANSVERSAL

Plano transversal ou horizontal, divide o corpo em metades superior e inferior. Os movimentos que são realizados nesse plano são as rotações mediana ou interna, lateral ou externa. Os movimentos de supinação e pronação também acontecem neste plano (AABERG, 2002).

FIGURA 41 - PLANO TRANSVERSAL



FONTE: AABERG (2002)

4 MOBILIDADE VERTEBRAL

A mobilidade vertebral está elucidada na predisposição biomecânica de que a coluna vertebral dispõe em mover-se, movimentar-se, mexer-se, e, para tanto, possui uma perfeita engrenagem que trabalha em harmonia para desenvolver o movimento. Na composição desta engrenagem estão as vértebras, os discos intervertebrais, os músculos e os ligamentos que permitem a realização do movimento (ROBELLO, 2015).

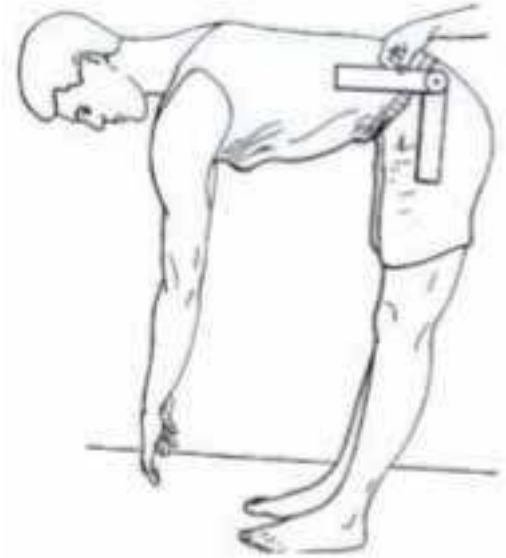
A flexibilidade da coluna vertebral, a mobilidade, é sedimentada na soma de pequenos movimentos, exercida pela ação dos tecidos moles, que proporcionam o movimento propriamente dito, o deslocamento, a atividade e o impulso (NASCIMENTO FILHO, 2011).

A coluna vertebral tem uma arquitetura intrincada, mas de fundamental importância, pois forma um pilar anatômico, é o eixo central do corpo, dispõe de seis graus de liberdade para movimentação, sendo eles: flexão, extensão, rotação à direita, rotação à esquerda, inclinação lateral à direita, inclinação lateral à esquerda (ROBELLO, 2015).

4.1 FLEXÃO

O corpo é projetado para frente, as vértebras curvam-se frontalmente e ocorrem algumas ações dentro da coluna vertebral, como tensão, deslizamento e compressão para produzir o movimento (PUTZ; PABST, 2000).

FIGURA 42 - FLEXÃO DA COLUNA VERTEBRAL



FONTE: Disponível em: <http://pt.slideshare.net/tucaj18/avaliao-da-coluna-lombar>. Acesso em: 25 nov. 2015.

4.2 EXTENSÃO

Exerce o movimento contrário ao de flexão e o corpo é projetado para trás, é a retificação ou a ampliação do ângulo entre os ossos ou partes do corpo (PUTZ, PABST, 2000).

FIGURA 43 - EXTENSÃO DA COLUNA VERTEBRAL

FONTE: Disponível em: <http://pt.slideshare.net/tucaj18/avaliao-da-coluna-lombar>. Acesso em: 25 nov. 2015.

4.3 ROTAÇÃO DIREITA

O corpo é projetado em uma ação de rotação para o lado direito, ocorrem as ações de deslizamento, tensão, inclinação e compressão de algumas vértebras (PUTZ; PABST, 2000).

FIGURA 44 - ROTAÇÃO DA COLUNA VERTEBRAL

FONTE: Disponível em: <http://1.bp.blogspot.com/Js_kDxkjxro/UgAcUVH3_vI/AAAAAAAAAFo/SeM4KKxhMm8/s1600/15.png>. Acesso em: 25 nov. 2015. (Tradução nossa).

4.4 ROTAÇÃO ESQUERDA

O corpo é projetado em uma ação de rotação para o lado esquerdo, ocorrem as ações de deslizamento, tensão, inclinação e compressão de algumas vértebras (PUTZ; PABST, 2000).

FIGURA 45 - ROTAÇÃO DA COLUNA VERTEBRAL

FONTE: Disponível em: <http://www.dancaempauta.com.br/site/wpcontent/uploads/2013/10/movimentos.da_.coluna.jpg>. Acesso em: 25 nov. 2015.

4.5 INCLINAÇÃO LATERAL DIREITA

O corpo é projetado em uma ação de inclinação para o lado direito, ocorrem as ações de deslizamento, tensão, inclinação e compressão (PUTZ; PABST, 2000).

FIGURA 46 - INCLINAÇÃO LATERAL DA COLUNA VERTEBRAL A

FONTE: Disponível em: <http://image.slidesharecdn.com/avaliaodacolunalombar121127161441phpapp02/95/avaliao-da-coluna-lombar-7-638.jpg?cb=1354032917>. Acesso em: 25 nov. 2015.

4.6 INCLINAÇÃO LATERAL ESQUERDA

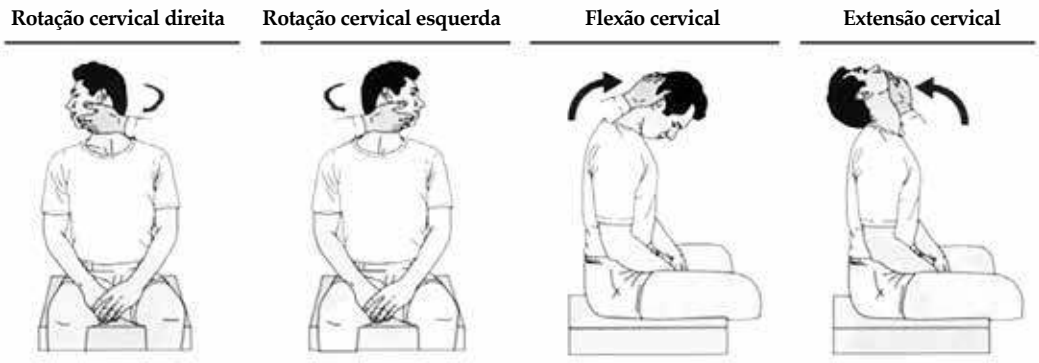
O corpo é projetado em uma ação de inclinação para o lado esquerdo, ocorrem as ações de deslizamento, tensão, inclinação e compressão (PUTZ; PABST, 2000).

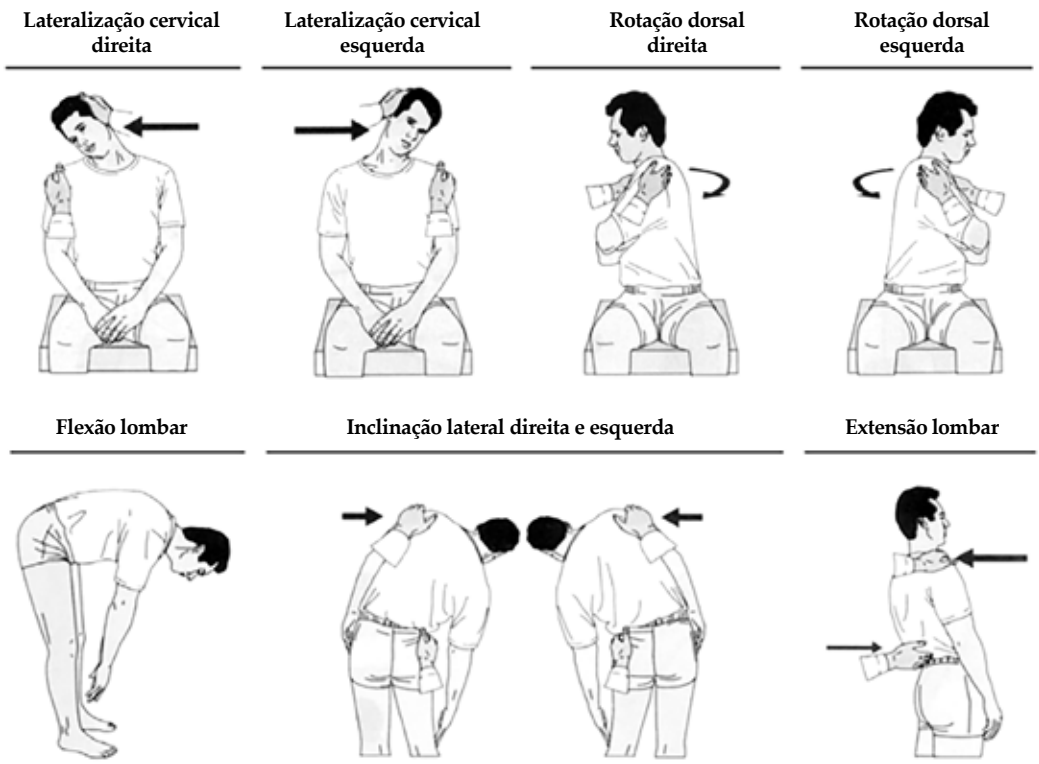
FIGURA 47 - INCLINAÇÃO LATERAL DA COLUNA VERTEBRAL B

FONTE: Disponível em: <http://treinoparamulher.com.br/wp-content/uploads/2013/11/alongamento-variante-p%C3%A9-79.jpg>. Acesso em: 25 nov. 2015.

FIGURA 48 - DEMONSTRAÇÃO DOS MOVIMENTOS DA COLUNA VERTEBRAL

Exemplos de Movimentos da Coluna Vertebral





FONTE: NATOUR (2014)

Veja o exemplo de uma pesquisa que detalhou a postura de jovens praticantes de um esporte muito específico, a ginástica olímpica, usufruindo dos benefícios da análise biomecânica, tendo como instrumentos de medição fotografias analisadas por *software*.

Caracterização postural de jovens praticantes de ginástica olímpica

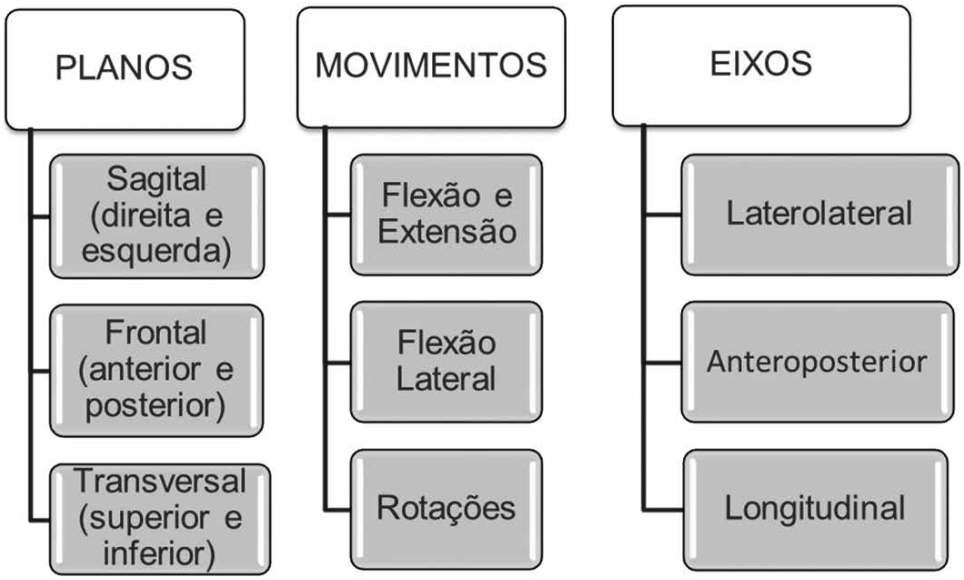
Os autores objetivaram identificar as alterações posturais em crianças praticantes de ginástica olímpica, com idade entre 8-12 anos. Foram analisadas 84 estudantes, onde uma a uma foi fotografada no plano frontal (anterior e posterior) e no plano sagital, e após as fotos serem analisadas utilizando um *software Corel Draw*, v.11.0, que dispunha de ferramentas que mediam a dimensão angular, vertical e horizontal, que determinavam os parâmetros para análise das variáveis quantitativas e qualitativas.

A conclusão encontrada foi uma tendência ao melhor alinhamento dos membros inferiores, um aumento na inclinação pélvica anterior, e uma tendência ao aumento da hiperlordose lombar, o que predispõe a praticante de ginástica olímpica a um desalinhamento da estrutura esquelética, levando a quadros dolorosos e à limitação da vida esportiva.

FONTE: Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbfis/v11n3/a07v11n3.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2015.

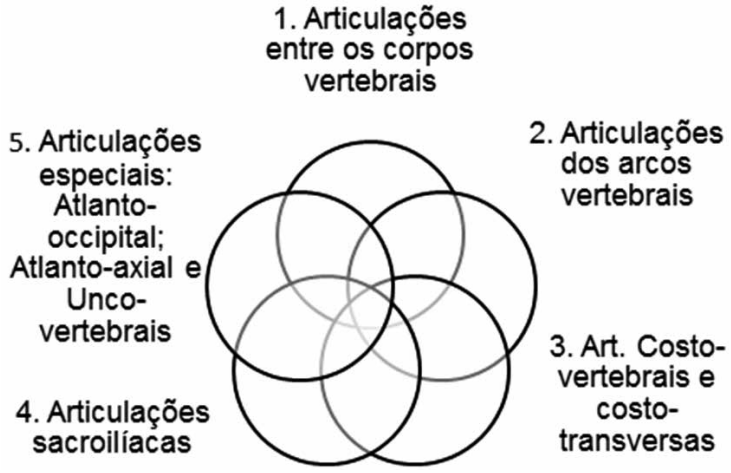
5 MOVIMENTOS CINESIOLÓGICOS DA COLUNA VERTEBRAL

FIGURA 49 - FUCIONAMENTO DA COLUNA VERTEBRAL EM VÁRIAS POSTURAS



FONTE: Putz e Pabst (2000)

FIGURA 50 - ARTROLOGIA DA COLUNA VERTEBRAL

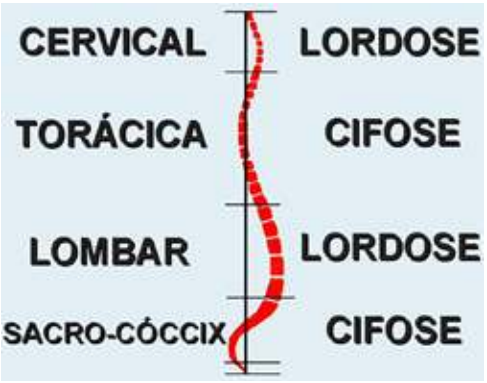


FONTE: Disponível em: <http://www.reumatologia.com.br/PDFs/ColunaVertebral.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2015.

6 CURVATURAS FISIOLÓGICAS DA COLUNA VERTEBRAL

As curvaturas fisiológicas da coluna vertebral têm como função absorver os impactos e choques, como também têm a função de aumentar sua flexibilidade e manter a estabilidade e a tensão necessárias para as articulações intervertebrais. São divididas em quatro partes: cervical, torácica, lombar e sacral (IVANCIC, 2014).

FIGURA 51 - CURVAS NORMAIS DA COLUNA VERTEBRAL



FONTE: Disponível em: <http://www.sogab.com.br/anatomia/curvaturascoluna1.jpg>. Acesso em: 29 nov. 2015.

6.1 CERVICAL

Está segmentada em duas partes, cervical superior e inferior. A superior compreende as vértebras (C1 e C2) que recebem os nomes de altas e áxis, respectivamente, fazem a sustenção do crânio e são vértebras atípicas (não possuem corpo vertebral), posicionadas logo abaixo do osso occiptal. E a cervical inferior compreende as vértebras (C3 a C7), sendo vértebras típicas (contêm estruturas que são iguais a todas as outras vértebras móveis), onde a C7 é conhecida como a vértebra de transição, suas características agem nas duas regiões (PUTZ; PABST, 2000).

FIGURA 52 - DEMONSTRAÇÃO DA COLUNA CERVICAL

FONTE: Disponível em: <https://fisiostudio.files.wordpress.com/2013/05/colu1.jpg>. Acesso em: 29 nov. 2015.

A coluna cervical superior (anterior) realiza os movimentos com a ajuda da articulação atlanto-occiptal, sendo o movimento de flexão/extensão o seu principal movimento, e movimentos secundários de inclinação lateral e rotação, sendo que no movimento de rotação ocorre um movimento denomindo pareado, o qual é uma discreta inclinação da cabeça do lado contrário à rotação, até 90º (PALASTANGA, 2000).

A coluna cervical inferior também faz flexo-extensão e os movimentos de inclinação são pareados com a rotação, e o de rotação é pareado com o movimento de inclinação (PALASTANGA, 2000).

6.2 TORÁCICA

Também denominada cifose torácica, é uma curvatura primária, desenvolvida na fase embrionária, durante a gestação. É composta por um total de doze vértebras posicionadas logo após a C7, vai da T1 à T12, uma para cada uma das doze costelas, pois fazem a sustentação das mesmas (PUTZ; PABST, 2000).

Tem uma convexidade posterior, sua função é de proteger os órgãos da caixa torácica, é uma região de pouca mobilidade, e por isso serve como um ponto fixo para as cadeias musculares, assim, quando os músculos se contraem, eles se fixam nas cifoses para movimentar as lordoses, ou seja, a coluna torácica controla os movimentos das lordoses (OKUNO, 2003).

As vértebras torácicas possuem desiguais níveis de mobilidade, realizam uma pequena flexão para proteger os órgãos vitais, evitando que os pulmões e o coração, por exemplo, sejam comprimidos. Também diferem das demais vértebras, porque possuem faces costais que se articulam com as costelas, onde os processos transversais se articulam nos tubérculos costais, e seus processos espinhosos são delgados e longos (PALASTANGA, 2010).

FIGURA 53 - DEMONSTRAÇÃO DA COLUNA TORÁCICA

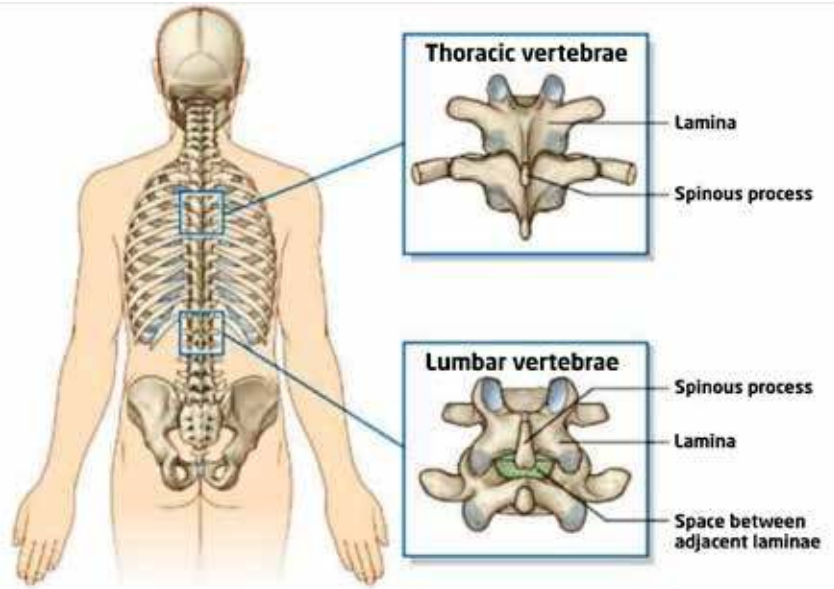
FONTE: Disponível em: <https://fisiostudio.files.wordpress.com/2013/05/colu1.jpg>. Acesso em: 1º dez. 2015.

As T1 à T4 ainda revelam caracterísitcas das vértebras cervicais, já as vértebras T4 à T8 são típicas, e as T9 à T12 possuem tubérculos que se assemelham às vértebras lombares (PALASTANGA, 2010).

Este segmento da coluna vertebral, a curvatura torácica, pode sofrer alterações na sua configuração estrutural com o processo de envelhecimento, que faz com que aumente o grau dessa curvatura, com consequente deslocamento do centro de gravidade, ocasionando uma alteração na coluna torácica, denominada hipercifose torácica (REIS et al., 2009).

Por tal predisposiçao, é de suma importância que a postura ereta (ortostática) seja sempre mantida adequadamente ao longo da vida como forma de prevenção de futuras alteções na coluna vertebral (REIS et al., 2009).

FIGURA 54 - DEMONSTRAÇÃO DA COLUNA VERTEBRAL TORÁCICA



FONTE: Disponível em: <www.studentconsult.com https://studentconsult.inkling.com/store/book/drake-grays-anatomy-students-3rd>. Acesso em: 1 dez. 2015. (Tradução nossa).

Veja no artigo a seguir uma pesquisa de análise da postura da coluna vertebral comparado a indivíduos surdos e ouvintes em idade escolar.

Análise postural da coluna vertebral: estudo comparativo entre surdos e ouvintes em idade escolar

Os autores buscaram identificar e comparar a distribuição de alterações posturais na coluna vertebral, em escolares surdos e ouvintes com faixa etária entre 7 a 17 anos. Como a postura é determinada pela atuação dos sistemas visual, somatossensorial e vestibular situado na orelha interna, as crianças com perda auditiva sensório-neural podem apresentar problemas na regulação do controle postural, o que favorece o surgimento de desvios posturais da coluna vertebral, provocado, possivelmente, pela hipoatividade do sistema vestibular, em decorrência da lesão na orelha interna.

Observou-se uma maior ocorrência de alterações posturais nos escolares surdos ao serem comparados com os ouvintes. Houve uma alteração postural de 68,2% de hipercifose torácica no grupo dos surdos comparado com 45,5% do grupo dos ouvintes. Então, concluíram que os estudantes surdos têm maior probabilidade, quando comparados aos estudantes ouvintes, de desenvolver alterações posturais sendo pela lesão auditiva, somada aos maus hábitos posturais em atividades de vida diária e à ergonomia desfavorável no ambiente escolar.

FONTE: Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/fm/v25n4/a13v25n4.pdf>. Acesso em: 1º dez. 2015.

6.3 LOMBAR

A curvatura lombar também é denominada como curvatura secundária, porque, juntamente com a curvatura cervical, são evidentes após o nascimento. Seus processos espinhosos são visíveis durante a flexão da coluna. São compostas por um conjunto de cinco vértebras que vão de L1 à L5, onde a L5 difere das demais de seu grupo por apresentar, no plano sagital, uma forma similar a um trapézio retangular. É responsável pela angulação da articulação lombossacral e tem um corpo grande com o forame pequeno (PUTZ; PABST, 2000).

A lordose lombar possui, no plano sagital, uma concavidade posterior e sua função é de realizar movimento, por este motivo os músculos anteriores são robustos, como o reto abdominal que fica na frente da lordose lombar. Também permite a mobilidade da torácica com a pelve (OKUNO, 2003).

FIGURA 55 - DEMONSTRAÇÃO DA COLUNA LOMBAR

FONTE: Disponível em: <https://fisiostudio.files.wordpress.com/2013/05/colu1.jpg>. Acesso em: 1º dez. 2015.

A curvatura lombar fica entre a região torácica e a sacrococcígea, desenvolve-se, torna-se firme e consolidada por volta dos dois anos de idade. É tracionada anteriormente, pelos músculos iliopsoas e ligamentos nos esforços de ficar em pé, na postura ereta. Sua função é manter a postura ao sentar e também a postura ereta do indivíduo (PALASTANGA, 2010).

A região lombar faz a acomodação das cargas decorrentes do peso corporal, e das ações provocadas pelos músculos e das forças externas. A concavidade é anterior e a sua funcionalidade é desempenhada pelo sinergismo dos mecanismos ativos, passivos e neurais que produzem a estabilização, e o equilíbrio lombar (ALMEIDA et al., 2006).

Outra de suas funções é proteger as estrututras anatômicas envolvidas, como, por exemplo, os ramos neurais. Em contrapartida, deve ser flexível para que o movimento aconteça, sendo essas suas funções que possibilitam o alinhamento vertebral (ALMEIDA et al., 2006).

FIGURA 56 - DEMONSTRAÇÃO DA COLUNA LOMBAR

FONTE: Disponível em: <http://www.drsergiocosta.com.br/images/coluna-lombar.jpg>. Acesso em: 2 dez. 2015.

Veja no artigo a seguir uma pesquisa de análise da postura da coluna vertebral comparando indivíduos surdos e ouvintes em idade escolar.

Estudo descritivo de alterações posturais sagitais da coluna lombar em escolares da rede federal de ensino de Florianópolis

Em estudo feito em escolares da rede federal de ensino de Florianópolis, os autores

analisaram a prevalência de alterações posturais sagitais na coluna lombar. Foram avaliados 288 adolescentes na faixa etária dos 15 aos 18 anos, e utilizaram a fotogrametria para a identificação da prevalência.

A prevalência de dor lombar foi de 49,3%, apresentando uma frequência semanal em 43,1% dos avaliados. A prevalência de desvios foi de 53,8%, sendo que 90,9% corresponderam à retificação da curvatura lombar, acometendo mais o sexo masculino. Foi encontrada diferença significativa no ângulo lombar entre os sexos, sendo que o grupo masculino apresentou razões de prevalência superiores de desvios posturais.

Concluíram que as prevalências de dor e desvios posturais na coluna lombar foram elevadas, sendo que a relação entre essas variáveis não se apresentou de forma significativa. As principais causas de dor lombar foram a prática de esportes ou atividades vigorosas, e a permanência durante longos períodos de tempo na posição sentada.

Você poderá ler este artigo na íntegra no *link* de acesso.

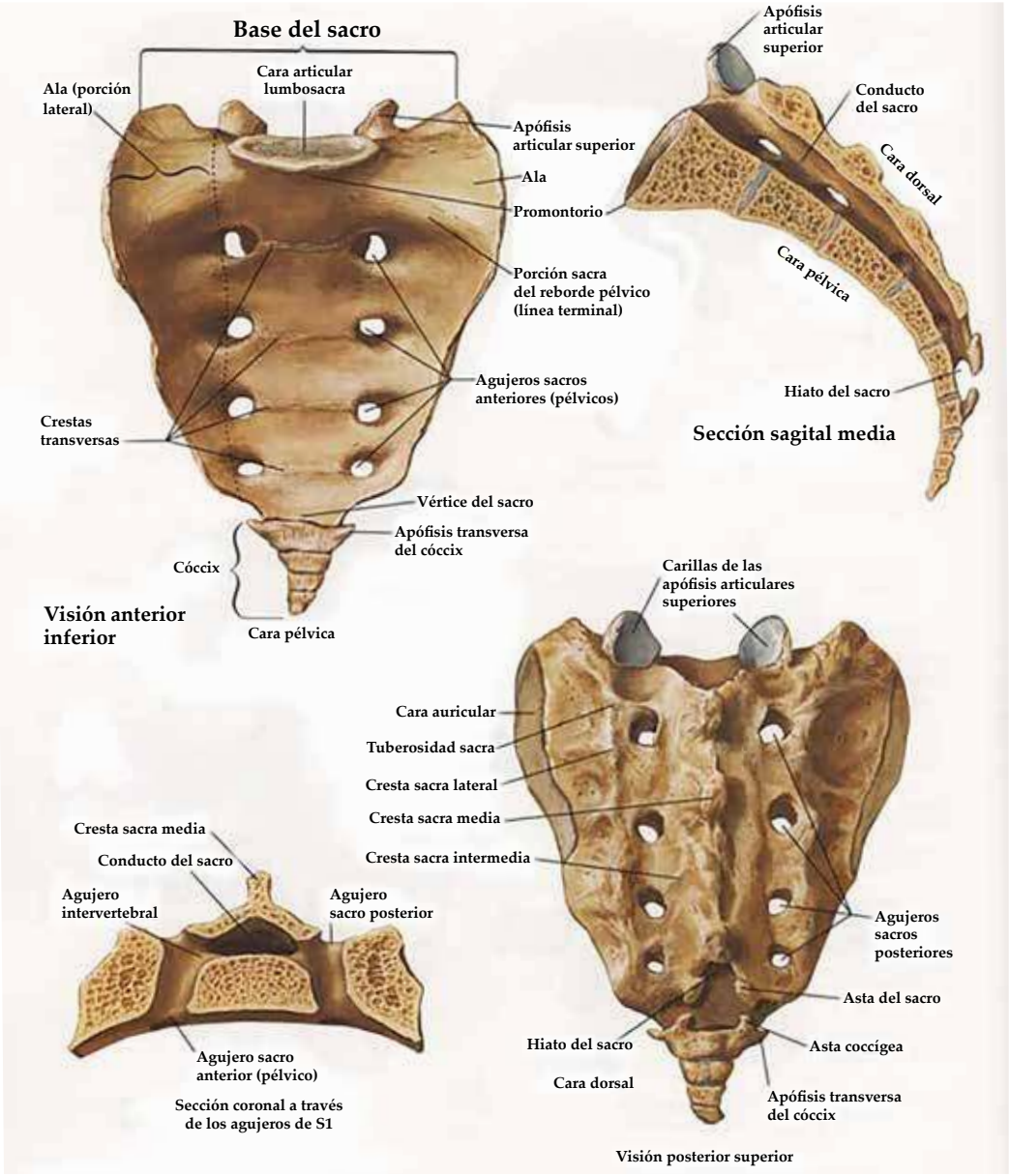
FONTE: Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbort/v45n5/13.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2015.

6.4 SACRO

A curvatura sacral é a composição final da coluna vertebral, tem um formato que lembra uma cunha e constitui uma base forte para os membros inferiores. Possui cinco vértebras que se fundem ao longo do crescimento estrutural do indivíduo, S1 à S5. Suas laterais articulam com o quadril e possuem forames posteriores que permitem a passagem dos nervos da medula espinhal, superiormente articula-se com a 5ª vértebra lombar e inferiormente com o cóccix (PUTZ; PABST, 2000).

É responsável pela transferência de carga, peso dos membros inferiores, para a parte superior do corpo (HUNGERFORD; GILLEARD; HODGES, 2003).

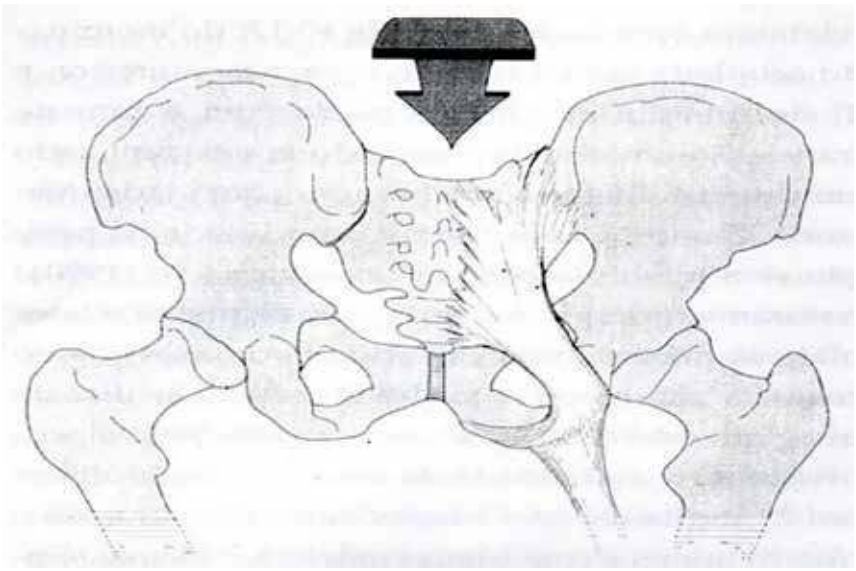
FIGURA 57 - DEMONSTRAÇÃO DO OSSO DO SACRO



FONTE: Disponível em: <http://www.energiacraneosacral.com/imagenes_anatomia/sacrocolor.jpg>. Acesso em: 4 dez. 2015.

A biomecânica do sacro é desempenhada por dois movimentos básicos: os movimentos de nutação e contranutação. A nutação sacral, que é entendida como um movimento para frente com a proeminência sacral apontando para a parte inferior da pelve, faz-se um movimento de inclinação anterior da região superior do sacro, no decurso de uma flexão de membros inferiores (FREGNI, 2011).

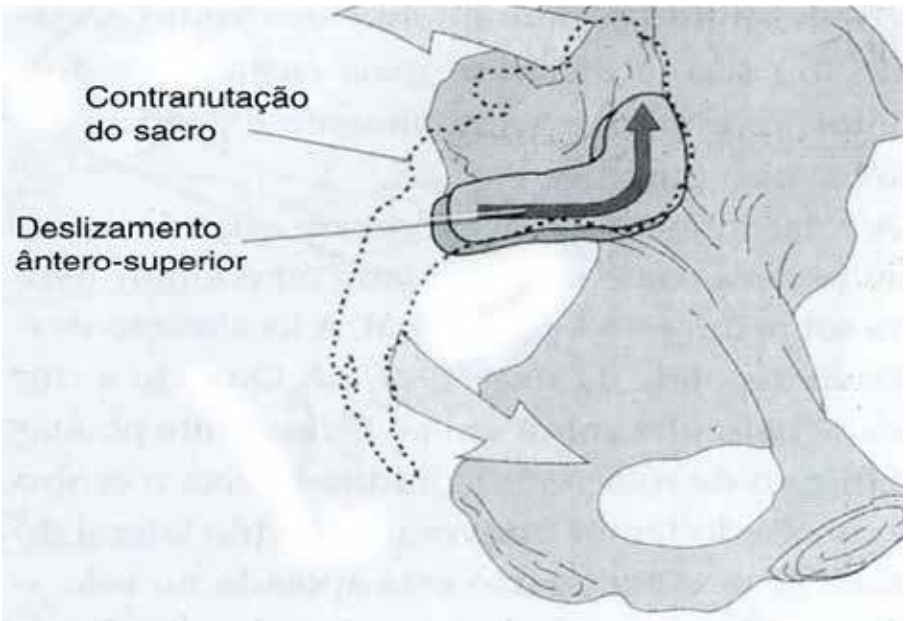
FIGURA 58 - DEMONSTRAÇÃO DE MOVIMENTO DE NUTAÇÃO SACRAL



FONTE: Disponível em: <https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQfby1nIem5dG9UnyqykwyARxOIWzteoR8joSPgz6oEMiEWgL>. Acesso em: 4 dez. 2015.

A contranutação sacral é um movimento para trás da proeminência sacral , que passa sobre o eixo coronal (vertical) pelo interior do ligamento interósseo, faz-se um movimento de inclinação posterior da região superior do sacro, no decurso de uma extensão dos membros inferiores (FREGNI, 2011).

FIGURA 59 - DEMONSTRAÇÃO DO MOVIMENTO DE CONTRANUTAÇÃO SACRAL



FONTE: Disponível em: <https://encryptedtbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSV5jHjHEbDvcctGfn32r8g7O4HTIzz9IHUod3ETxFyBug9QdXw>. Acesso em: 5 dez. 2015.

Confira uma monografia do curso de Fisioterapia da Universidade da Amazônia que relacionou o peso da mochila escolar com o peso da criança, e as alterações posturais.

Relação quantitativa entre o peso da mochila escolar X o peso da criança e suas possíveis alterações posturais e algias

A pesquisa aconteceu com a participação voluntária de 40 estudantes, do sexo feminino e masculino, na faixa etária de 9 a 11 anos. O objetivo deste estudo foi correlacionar o sobrepeso das mochilas escolares a possíveis alterações posturais e algias nos estudantes do Centro de Serviços Educacionais do Pará (CESEP), na cidade de Belém-PA. Os materiais utilizados para coletar os dados foram: uma ficha de avaliação postural, uma balança e um questionário.

Os autores obtiveram resultados interessantes, onde os desvios posturais prevalentes foram hiperlordose, escoliose, hipercifose e consequentes alterações em todas as curvaturas da coluna vertebral, inclusive na coluna sacral. Concluíram que a adoção de medidas preventivas é a saída para minimizar os efeitos deletérios da sobrecarga das mochilas sobre a coluna vertebral dos escolares, a fim de evitar disfunções posturais na vida adulta dos mesmos.

Você poderá ler este estudo na integra acessando o *link* a seguir.

FONTE: Disponível em: <http://www.unama.br/novoportal/ensino/graduacao/cursos/fisioterapia/attachments/article/131/analise_quantitativa_peso_mochila_peso_crianca_algias.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2015.

6.5 CÓCCIX

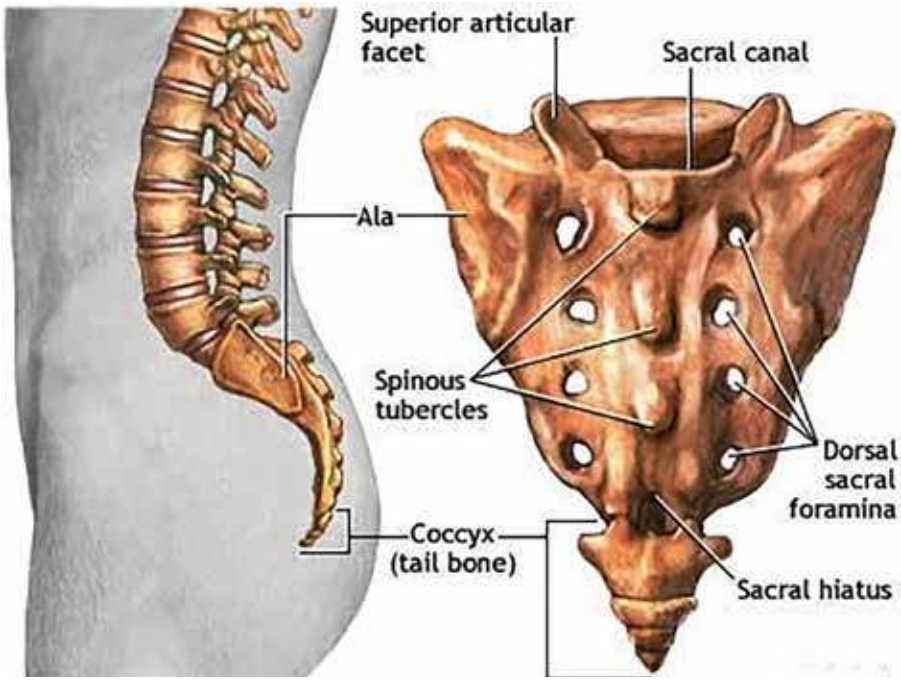
Esse é o último osso da coluna vertebral, e como o sacro, também possui uma forma de cunha, cônica triangular, mas bem menor. É formado de uma base e um ápice (móvel), bordas laterais e faces dorsal e pélvica (NETTER, 2000).

É constituído por quatro segmentos, por vezes até cinco ossículos, que são móveis ao nascimento e se fundem: os proximais na infância, e os distais no início da vida adulta. Estruturam-se da seguinte forma: corpos, cornos coccígeos, processos transversos e articulares rudimentares (NETTER, 2000).

O cóccix realiza três movimentos, flexão, extensão e inclinação lateral, onde o movimento de flexão é executado com a ação muscular e os outros dois movimentos são executados pela ação de ligamentos (ou por ações de resistência, como o parto ou constipação residual no reto).

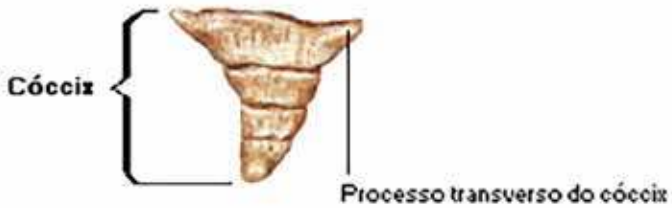
O osso cóccix compõe a articulação sacroccocígea, tem pouca mobilidade, mas sua função está presente no movimento diário de defecação e também atua como amortecedor quando o indivíduo passa da posição em pé para sentado, onde o osso do cóccix se desloca anteriormente (CHUEIRE; CARVALHO FILHO; SOUZA, 2002).

FIGURA 60 - CÓCCIX



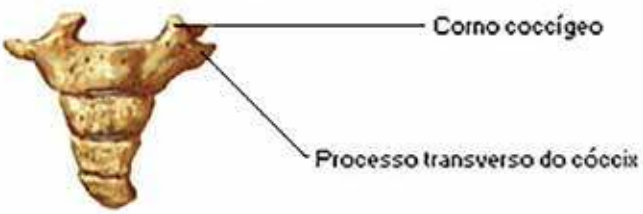
FONTE: Disponível em: <http://www.tratamentodecoluna.com.br/website/index.php/o-que-e-o-coccix>. Acesso em: 5 dez. 2015.

FIGURA 61 - DEMONSTRAÇÃO DO OSSO CÓCCIX (VISTA ANTERIOR)



FONTE: Netter (2000)

FIGURA 62 - DEMONSTRAÇÃO DO OSSO CÓCCIX (VISTA POSTERIOR)



FONTE: Netter (2000)

Veja na dissertação a seguir uma análise cinética e cinemática da marcha durante o transporte da mochila escolar com rodas.

Análise cinética e cinemática da marcha durante o transporte da mochila escolar com rodas

Este estudo analisou e comparou variáveis temporais e espaciais da cinética e cinemática durante a marcha no plano e transporte de mochilas com rodas, uma carga referente a 10% do peso corporal em escolares de 7 a 10 anos. Analisaram a marcha primeiramente no plano normal e na segunda condição analisaram a criança fazendo o transporte da mochila com rodinhas, carregando 10% do seu peso corporal.

As forças de reação do solo obtidas através de uma plataforma de forças, não apresentaram diferenças entre as condições. As semelhanças indicam que mochilas com rodas não exigem alterações de tempos ou aplicação de forças para execução da tarefa quando comparadas à marcha sem carga no plano.

As similaridades observadas permitem concluir que o transporte de mochilas com rodas a 10% PC é uma alternativa atrativa para reduzir as alterações reportadas por outros estudos durante o transporte com outros tipos de mochila.

Você poderá ler este artigo na íntegra acessando o *link* a seguir.

FONTE: Disponível em: <http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/34599/R%20-%20D%20-%20PABLO%20DE%20ALMEIDA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 6 dez. 2015.

7 BIOMECÂNICA DA COLUNA VERTEBRAL

Uma das funções biomecânicas da coluna vertebral, além de proteger a medula espinhal, é incorporar uma rigidez longitudinal do corpo, possibilitando que o movimento aconteça em todos os segmentos da coluna vertebral, entre esses movimentos estão a manutenção da postura ereta, a marcha e o suporte do peso corporal (BARBOSA; GONÇALVES, 2007).

Os movimentos mecânicos da coluna vertebral fazem constantes ajustes paradoxais, que harmonizam a rigidez e flexibilidade, tendo os músculos, ligamentos, tendões e todas as demais estruturas como coadjuvantes de ligação entre cabeça, cintura escapular, coluna e pelve, permitindo os movimentos de tronco nos três planos: sagital, frontal e transversal (NATOUR, 2014).

A coluna vertebral possui uma biomecânica que não suporta por muito tempo a posição sentada, nem para realizar movimentos repetitivos ou mantendo posturas estáticas, desta maneira é conveniente manter a qualidade da postura a fim de evitar desvios e distúrbios futuros (BRACCIALLI; VILARTA, 2000).

A biomecânica exercida na coluna vertebral é um somatório de pequenos movimentos que ocorrem nas vértebras adjacentes possibilitando a mobilidade da coluna vertebral como um todo, onde os posicionamentos das curvaturas da coluna vertebral estão relacionados com as distribuições de cargas (MARQUES; HALLAL; GONÇALVES, 2010).

Como exemplo, numa posição sentada prolongada, ocorrem várias alterações na biomecânica da coluna vertebral: causa retroversão da pelve, retificação da coluna lombar e horizontalização do sacro, o que desencadeia no aumento das cargas compressivas nos discos intervertebrais, acarretando a fadiga dos músculos eretores espinhais. Esses músculos precisam estar ativos para manter a posição sentada (MARQUES; HALLAL; GONÇALVES, 2010).

Veja no estudo a seguir a criação e validação de um instrumento que permite ao aluno ter a percepção de sua própria postura dentro do ambiente escolar.

Instrumento para conhecimento da percepção de alunos sobre a postura adotada no ambiente escolar

O objetivo deste trabalho foi criar um instrumento capaz de identificar a percepção que escolares têm sobre a postura adotada nesse ambiente. Foi criado um questionário com fotos sobre formas de sentar, sentar para escrever, carregar o material escolar e pegar objetos pesados e leves do chão.

Após a análise da validade aparente e do resultado da análise intragrupo (r=0,91; p< 0,000), concluiu que o questionário aplicado era válido e fidedigno para a aplicação em uma população de características semelhantes.

Você poderá ler este artigo na íntegra acessando o *link* a seguir.

FONTE: Disponível em: <http://www.seer.ufrgs.br/Movimento/article/download/2917/1553>. Acesso em: 6 dez. 2015.

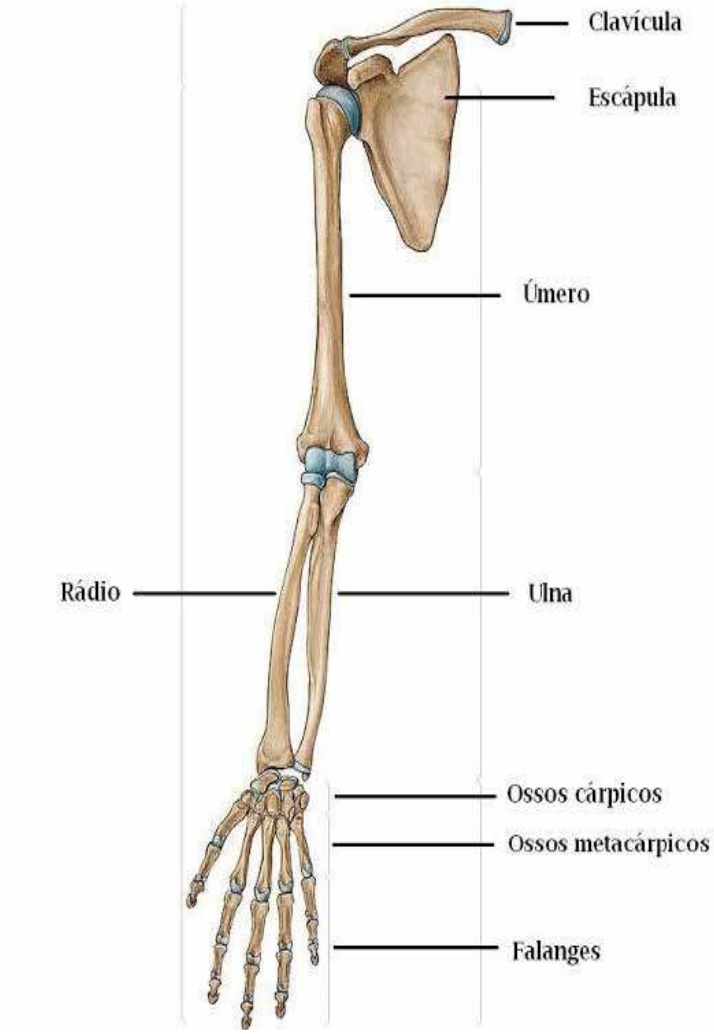
Após termos estudado a cinesiologia da coluna vertebral e todas suas funções, bem como sua importância para a sustentação do corpo, vamos estudar os princípios básicos da cinesiologia dos membros superiores.

8 MEMBROS SUPERIORES

8.1 OMBROS

Os membros superiores são fixados à estrutura corporal por ossos que formam o cíngulo dos membros superiores: clavícula, escápula (formam a cintura escapular), braço (úmero), antebraço (rádio e ulna) e mãos (ossos do carpo, metacarpo e as falanges) (FIELD, 2001).

FIGURA 63 - DEMONSTRAÇÃO DOS OSSOS DO MEMBRO SUPERIOR



FONTE: Disponível em: <http://1.bp.blogspot.com/kOVW1UIUNw/TaujjYW3oFI/AAAAAAAACQE/xG7LTlHb6o4/s640/Bracoossos.JPG>. Acesso em: 7 dez. 2015.

A articulação do ombro é composta pela interligação de quatro articulações: esternoclavicular, acromioclavicular, glenoumeral e escapulotorácica (FIELD, 2001).

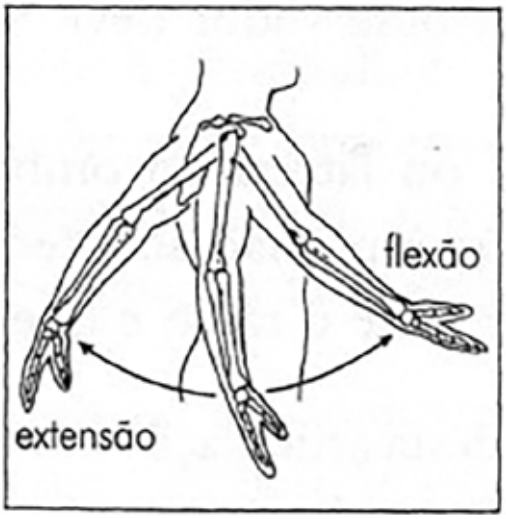
- Esternoclavicular: articulação multiaxial, realiza os movimentos de prostração e retração a 15º, elevação a 45º e depressão a 5º.

- Acromioclavicular: articulação multiaxial, realiza rotação em torno de 20 a 30º.

- Glenoumeral: articulação esférica multiaxial, realiza abdução de 90 a 95º, adução de 0º a 75º, extensão de 40 a 60º, flexão de 90 a 100º, rotação interna e externa 70 a 90º, abdução horizontal 45º, e adução 135º.

- Escapulotorácica: não chega a ser considerada uma articulação completa, mas realiza abdução e adução a 25º, rotação superior e inferior a 60º e elevação e depressão 55º.

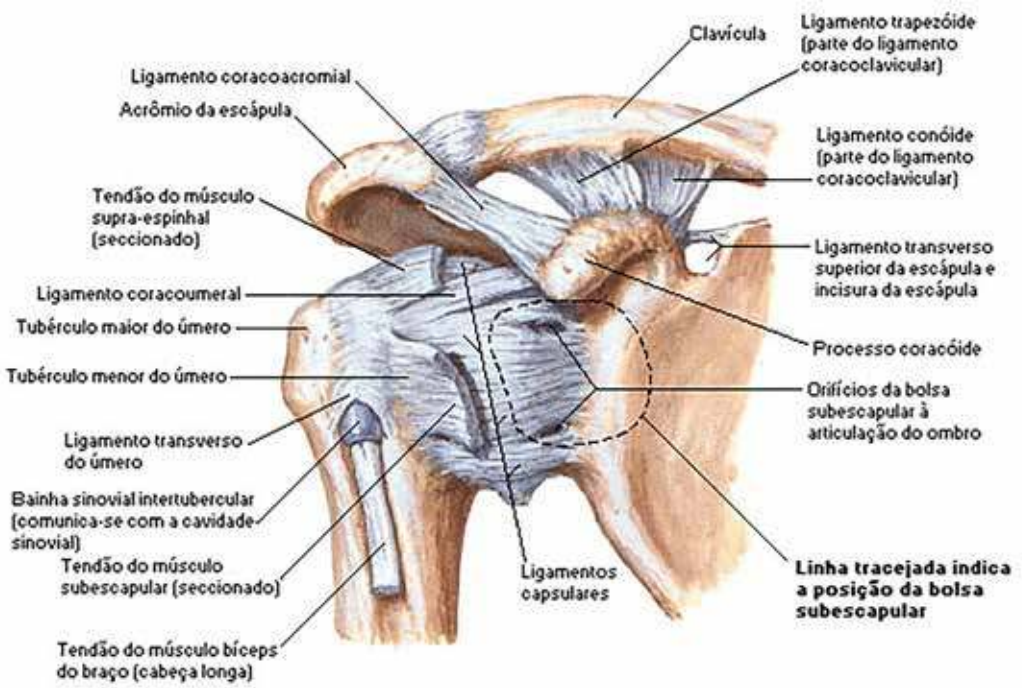
FIGURA 64 - DEMONSTRAÇÃO DOS MOVIMENTOS DE FLEXO-EXTENSÃO DE OMBRO



FONTE: Disponível em: <http://s3.amazonaws.com/magoo/ABAAAAY6MAG-11.png>. Acesso em: 7 dez. 2015.

A articulação esternoclavicular possibilita a união da extremidade distal da clavícula e o manúbrio do esterno, e é formada por várias estruturas (cápsula articular, ligamento esternoclavicular anterior e posterior, ligamento interclavicular, costoclavicular e disco articular), onde os ligamentos fazem suporte, estabilização e limitação da articulação (FIELD, 2001).

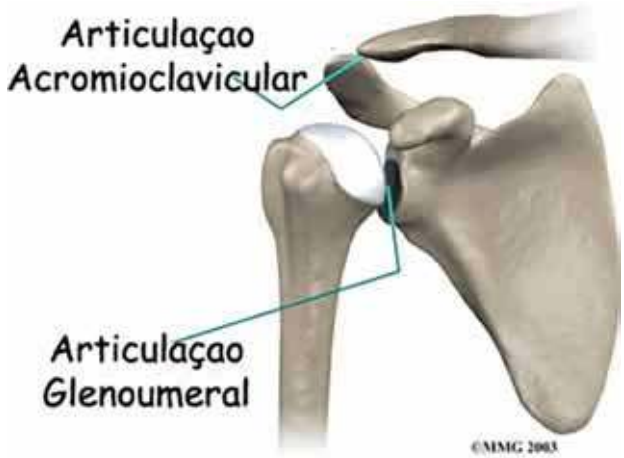
FIGURA 65 - DEMONSTRAÇÃO DA ARTICULAÇÃO DO OMBRO – VISTA ANTERIOR



FONTE: Disponível em: <http://www.auladeanatomia.com/artrologia/ombro1.jpg>. Acesso em: 7 dez. 2015.

A articulação acromioclavicular está localizada entre a extremidade acromial da clavícula e a borda medial do acrômio, e é formada pelas estruturas (cápsula articular, ligamento acromioclavicular, disco articular, ligamento coracoclavicular, ligamento coracoacromial e ligamento transverso superior) que também estabilizam e reforçam a articulação (FIELD, 2001).

FIGURA 66 - DEMONSTRAÇÃO DAS ARTICULAÇÕES DO OMBRO



FONTE: Disponível em: <http://www.ombroecotovelo.net/smartphone/iphone/images/ombro-anatomia2.jpg>. Acesso em: 8 dez. 2015.

A articulação glenoumeral é uma articulação sinovial tipo esferoide constituída pela junção cabeça esférica do úmero e a cavidade glenoide da escápula. A sua estabilização depende de elementos de reforço, estabilizadores estáticos, como os ligamentos glenoumerais, e todas as outras estruturas da articulação interagindo com os estabilizadores dinâmicos oriundos da ação dos músculos que compõem o manguito rotador (supra e infraespinhais, subescapular e redondo menor), deltoides e rotadores da escápula (SALMELA; MONTEIRO, 2001).

Todos os movimentos desempenhados pelo ombro são acompanhados de uma articulação, que faz um elo do tronco com os membros superiores, e permite direcioná-los na trajetória de deslocamento proposto pelo indivíduo e realizar o movimento sempre acompanhado pela amplitude de movimento que determina, delimitando o percurso do movimento (FORNASARI, 2001).

Caro aluno, nas sugestões de vídeos abaixo você poderá visualizar as articulações do ombro, para ter uma noção maior do tema que estamos estudando. Não deixe de acessar: <www.youtube.com/watch?v=QwEo3e6ZPAw>.

A articulação do ombro é uma articulação complexa do corpo humano e requer aprofundamento para um bom aprendizado. Salmela e Monteiro (2001) realizaram uma revisão anatômico-funcional do músculo bíceps braquial e uma discussão muito interessante sobre uma das articulações do ombro, a articulação glenoumeral, que vale muito a pena ler. O artigo pode ser lido na íntegra no *link*:

FONTE: SALMELA, L.F.T.; MONTEIRO, C.M.S. Papel do músculo bíceps braquial na estabilização da articulação glenoumeral: revisão anatômico-funcional e implicações clínicas. **Rev. Fisioter.** v.8, n.1, p.19-29, 2001. Disponível em: <Downloads/79395-108995-1-SM%20(1). Pdf>. Acesso em: 7 dez. 2015.

Estamos desvendando a cinesiologia das articulações dos membros superiores e até agora podemos perceber que a articulação do ombro é bastante complexa. Você saberia responder quantos movimentos a escápula é capaz de realizar?

Vejamos tais movimentos!

FIGURA 67 - FLUXOGRAMA DE MOVIMENTOS DE TRANSLAÇÃO DA ESCÁPULA

FONTE: Disponível em: <http://www.moreirajr.com.br/revistas.asp?fase=r003&id_materia=4103FORNASARI-2001 - books.google.com>. Acesso em: 10 dez. 2015.

A articulação do cotovelo faz parte da composição dos membros superiores, tem como nomenclatura articulação rádio umeral, sua função é realizar os movimentos de flexão e extensão dos ossos do rádio e da ulna, tendo como ponto de referência o úmero distal (PAULSEN; WASCHKE, 2013).

É uma articulação de intermédio do membro superior, realiza a junção do braço com o antebraço, é um gínglimo, uma juntura sinovial do tipo dobradiça. É uma articulação uniaxial que realiza movimento em apenas um eixo de rotação, com 145º a 150º de flexão e 0º de extensão (KISNER; COLBY, 2005).

Seu arco de movimentação é de 90º para o movimento de supinação, e em torno de 80 a 90º para o movimento de pronação a partir do ponto intermediário do antebraço (PAULSEN; WASCHKE, 2013).

FIGURA 68 - DEMONSTRAÇÃO DA ARTICULAÇÃO DO COTOVELO

FONTE: Disponível em: <http://www.dicasdesaude.info/blog/wp-content/uploads/2011/09/Ossos-do-Cotovelo.jpeg>. Acesso em: 8 dez. 2015. (Tradução nossa).

Assim como a articulação do ombro, o cotovelo também é constituído de um complexo de articulações, o complexo articular radioulnar: umeroulnar (faz flexão e extensão); a articulação umerorradial: desloca-se no movimento de flexo-extensão e também age no movimento de pronação e supinação (KISNER; COLBY, 2005).

8.2 COTOVELO

A capacidade de amplitude de movimentação média do cotovelo é de 150º, ocorrendo limitações no movimento de flexão pela ação da massa muscular e no movimento de extensão, a limitação é pelo contato do olecrano da ulna com o úmero (FORNASARI, 2001).

No movimento de flexão do cotovelo, ocorre uma diminuição da angulação do antebraço em relação ao braço, tendo a posição anatômica como referência no plano sagital, o movimento de flexão aproxima a face anterior do antebraço e braço. Os músculos envolvidos são o bíceps braquial, braquial e braquiorradial (KISNER; COLBY, 2005).

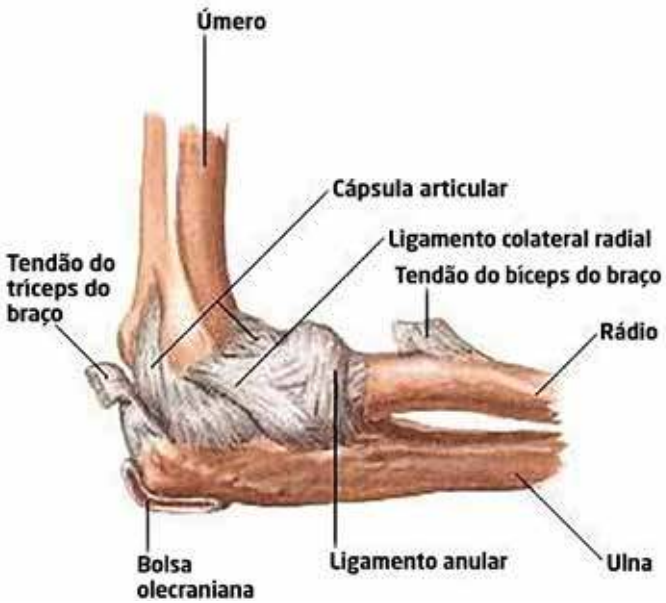
No movimento de extensão ocorre um movimento contrário ao da flexão, um afastamento do antebraço em relação ao braço, no plano sagital, tendo a posição anatômica como referência. O músculo recrutado para esse movimento é o tríceps, que realiza sua função de estender o cotovelo (KISNER; COLBY, 2005).

FIGURA 69 - MOVIMENTO DE FLEXÃO E EXTENSÃO DO COTOVELO

FONTE: Disponível em: <http://s3.amazonaws.com/magoo/ABAAAAY6MAG-11.png>. Acesso em: 9 dez. 2015.

A articulação radioulnar distal está estruturalmente dissociada da articulação do ombro, mas movimenta-se com a articulação radioulnar proximal do cotovelo para compor o movimento de pronação e supinação (KISNER; COLBY, 2005).

FIGURA 70 - ARTICULAÇÃO DO COTOVELO

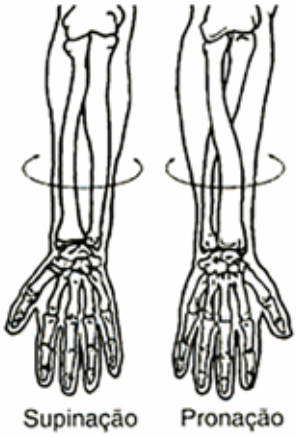


FONTE: Disponível em: <http://posturaesaude.com.br/imagens/cotovelo2.jpg>. Acesso em: 9 dez. 2015.

- Movimento de Supinação: movimento de rotação lateral do punho em relação ao cotovelo, onde os ossos rádio e ulna ficam alinhados lado a lado. Na ação deste movimento, os segmentos antebraço e mão fazem a rotação do rádio lateralmente em torno do eixo longitudinal, sendo que a palma da mão fica voltada para cima, na direção da cabeça, com o polegar posicionado lateralmente ao corpo. Os músculos envolvidos nesta ação são o supinador e bíceps braquial (KISNER; COLBY, 2005).

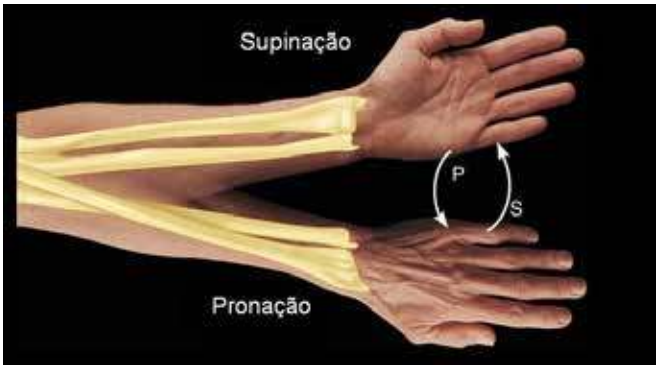
- Movimento de Pronação: movimento de rotação medial do punho em relação ao cotovelo, onde os ossos rádio e ulna ficam sobrepostos na posição final. Na ação deste movimento, os segmentos de antebraço e mão fazem a rotação medialmente em torno do seu eixo longitudinal, o rádio é rodado sobre a ulna e a palma da mão volta-se para baixo, caudalmente, em direção aos pés, com o polegar posicionado medialmente ao corpo. Os músculos envolvidos são pronador redondo e pronador quadrado (KISNER; COLBY, 2005).

FIGURA 71 - DEMONSTRAÇÃO DOS MOVIMENTOS DE SUPINAÇÃO E PRONAÇÃO DO COTOVELO A



FONTE: AABERG (2002)

FIGURA 72 - DEMONSTRAÇÃO DOS MOVIMENTOS DE SUPINAÇÃO E PRONAÇÃO DO COTOVELO B



FONTE: Disponível em: <http://www.radioinmama.com.br/supinacao.jpg>. Acesso em: 9 dez. 2015.

Caro aluno, na sugestão de vídeo abaixo você poderá visualizar os movimentos de pronação e supinação do cotovelo e sanar possíveis dúvidas. No vídeo, há uma execução de um teste de força muscular que avalia os músculos supinadores e pronadores. Trata-se de um movimento passivo, mas que possibilita o entendimento visual dos movimentos de pronação e supinação.

FONTE: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=HWiDVKnUw7g>. Acesso em: 10 dez. 2015.

Um estudo recente testou dois modelos de didática para padronizar as aulas de natação, utilizando o nado Crawl como base, um modelo brasileiro e outro americano. Foi realizada uma revisão bibliográfica que buscou estabelecer quais as melhores técnicas nesses dois modelos para a facilitação didática do ensino nas aulas de natação, considerando, principalmente, a angulação e a propulsão dos membros superiores, braço, cotovelo, punho e mão, além, é claro, dos movimentos de pernas e pés. Concluíram que é possível avançar com essa padronização do nado Crawl, como maneira de facilitação pedagógica.

Você poderá ler este artigo na íntegra no *link* a seguir, e ter uma visão maior sobre o funcionamento das articulações dos membros superiores.

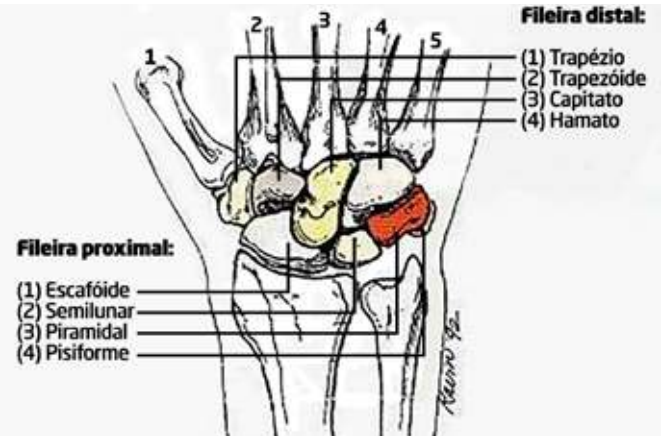
FONTE: Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/3094>. Acesso em: 10 dez. 2015.

8.3 PUNHO

O punho é um complexo multiarticular, que conecta o antebraço com a mão, tem interdependência, é biaxial, permitindo os movimentos de flexão 70º a 90º, extensão 65º a 85º, desvio radial 15º a 25º, desvio ulnar 25º a 40º e circundação (PAULSEN; WASCHKE, 2013).

São oito os ossos que compõem o carpo: osso semilunar, osso piramidal, osso pisiforme, osso capitato, osso hamato, osso escafoide, osso trapézio e osso trapezoide (PAULSEN; WASCHKE, 2013).

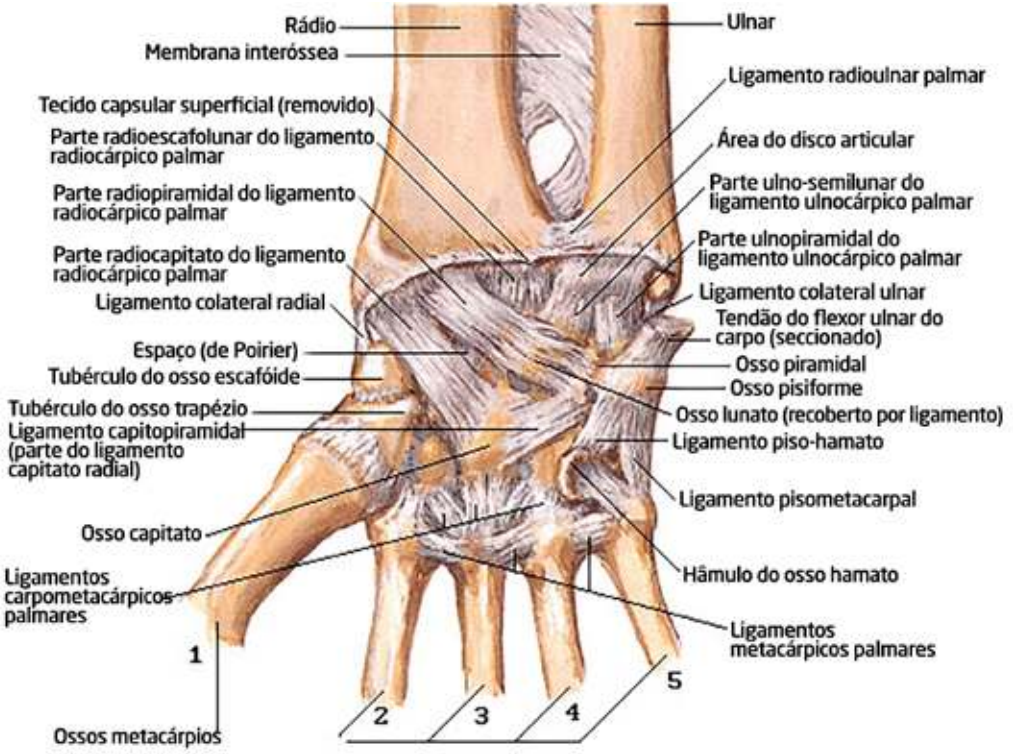
FIGURA 73 - DEMONSTRAÇÃO DOS OSSOS DO CARPO



FONTE: Disponível em: <http://4.bp.blogspot.com/fkbWXedyTUE/UvQlsSAXkII/AAAAAAAAArk/t8iQC_bKiRo/s1600/Ossos+do+carpo.jpg>. Acesso em: 9 de dez. 2015.

A articulação do punho é composta de duas articulações, a mediocárpica e a radiocárpica, envolvidas por uma cápsula forte e frouxa ao mesmo tempo, reforçada por vários ligamentos (ligamentos radiocárpico palmar, radiocárpico dorsal, colateral ulnar e disco articular), que exercem funções de mobilidade e estabilidade para a articulação nos planos frontal e sagital (KISNER; COLBY, 2005).

FIGURA 74 - DEMONSTRAÇÃO DA ARTICULAÇÃO DO PUNHO



FONTE: Disponível em: <http://www.auladeanatomia.com/artrologia/punho2.jpg>. Acesso em: 10 dez. 2015.

A articulação radiocárpica está entre a extremidade inferior do rádio e os ossos da fileira superior do carpo. E a articulação mediocárpica está entre a fileira superior e a fileira inferior do carpo (PUTZ; PABST, 2000).

A cinesiologia dos movimentos dos punhos é realizada com uma complexidade de movimentos entre as estruturas cárpicas. Para o movimento de flexão, ocorre um deslizamento dos ossos cárpicos distais em direção aos ossos cárpicos proximais: ossos capitato e hamato dorsal, e trapézio e trapezoide volar (KISNER; COLBY, 2005).

Para o movimento de flexão os ossos envolvidos são: os capitato e hamato volar, trapézio e trapezoide dorsal. No movimento de desvio radial, os ossos capitato e hamato ulnar, mais os ossos trapézio e trapezoide dorsal. Por fim, no movimento de desvio ulnar, os ossos capitato e hamato radial (KISNER; COLBY, 2005).

FIGURA 75 - DEMONSTRAÇÃO DOS OSSOS DO PUNHO

FONTE: Disponível em: <http://static.wixstatic.com/media/44ed3f_29821fb4e5774400862d06384fd728a0.jpg>. Acesso em: 10 dez. 2015.

DICAS

Assista aos vídeos abaixo e veja explicações sobre a articulação do punho como complemento do tema estudado até agora.
<https://www.youtube.com/watch?v=tXtwtd8-Gno>
<https://www.youtube.com/watch?v=PoV5f4Jmr6c>
Acesso em: 10 dez. 2015

A seguir, para completarmos o nosso estudo dos membros superiores, vamos entender todas as estruturas que formam a articulação da mão.

8.4 MÃOS

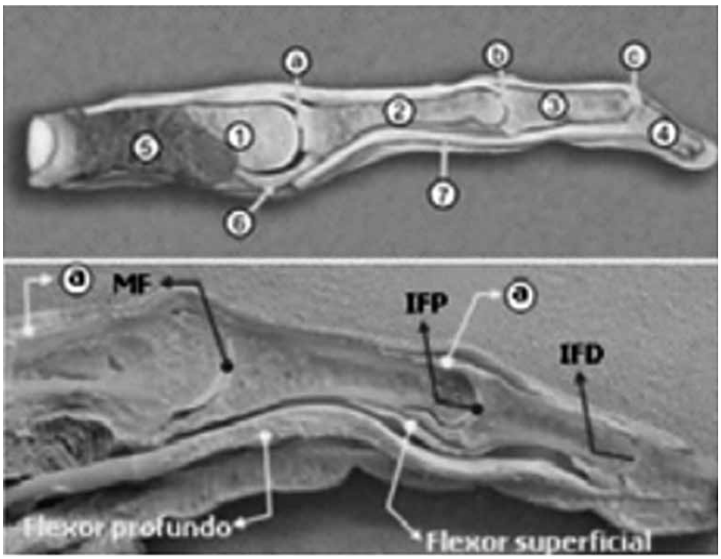
A articulação da mão é a extremidade do membro superior, é uma articulação complexa e numerosa em estruturas, já que contêm vinte e sete ossos separados em três conjuntos: carpo, metacarpo e dedos. Os cinco ossos do metacarpo são cilíndricos curtos que se conectam aos ossos do carpo proximalmente, e com as falanges distalmente (PAULSEN; WASCHKE, 2013).

O carpo, como vimos na articulação do punho, possui oito ossos dispostos em duas fileiras (procarpo e mesocarpo). O metacarpo possui cinco metacárpicos longos, localizados verticalmente. Já os dedos, compostos por três ossos longos e as falanges, com exceção do polegar que tem apenas duas falanges e realiza o movimento de oponência, o que possibilita o movimento de pega (PAULSEN; WASCHKE, 2013).

A mão é muito bem articulada, um grupo de seis articulações possibilita movimentos complexos e de muita precisão. São elas: procápicas, pró-mesocárpica, mesocárpica, intermetacárpicas, metacárpico-falângicas e interfalângicas. Kisner e Colby (2005) explicam-nas da seguinte forma:

- Procápicas: unem os ossos entre si na primeira fileira do carpo.
- Pró-mesocárpica: conecta os ossos do procarpo e mesocarpo, é dividida em interna e externa.
- Mesocárpicas: são as articulações artrodias entre os quatro ossos do mesocarpo.
- Intermetacárpicas: São as articulações artrodias localizadas nas extremidades superiores dos quatros últimos metacárpicos.
- Metacarpo-falângicas: fazem a junção da extremidade inferior do metacárpico com a extremidade superior da primeira falange, são conectadas pela cápsula articular, ligamentos palmares, ligamentos laterais e ligamento transverso intermetacárpico.
- Interfalângicas: fazem a união entre a extremidade inferior da primeira falange com a extremidade superior da segunda falange e, entre a extremidade inferior da segunda falange com a extremidade superior da terceira falange. Já no polegar, há uma única articulação interfalângica, por que o mesmo possui a articulação da segunda falange.

FIGURA 76 - DEMONSTRAÇÃO DE ALGUMAS DAS ARTICULAÇÕES DA MÃO: METACARPO-FALÂNGICA (MF), INTERFALÂNGICA PROXIMAL (IFP) E INTRFALÂNGICA DISTAL (IFD)



FONTE: Disponível em: <http://fedscm.com/uploads/book_chapter/2013224003_ANATOMIA_DA_MA%C3%8C%C6%92O.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2015.

8.4.1 Principais movimentos da mão

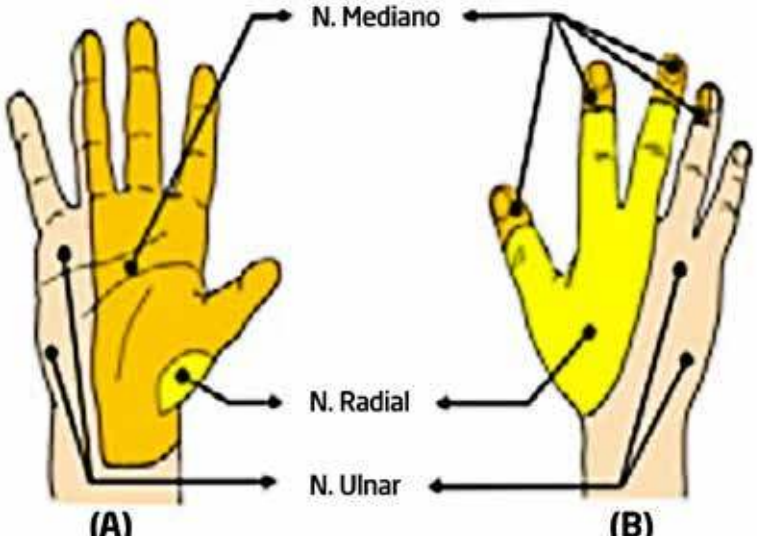
A articulação da mão é responsável por vários movimentos, tais como, flexão extensão, abdução, adução, controle da mão sem carga, garra de potência, manipulação de precisão e pinça (KISNER; COLBY, 2005).

FIGURA 77 - DEMONSTRAÇÃO DE ALGUNS MOVIMENTOS DA MÃO

FONTE: Disponível em: <http://images.slideplayer.com.br/1/86475/slides/slide_9.jpg>. Acesso em: 11 dez. 2015.

Os principais nervos que passam pelas articulações de punho e mão são: nervo mediano, nervo ulnar e nervo radial (KISNER; COLBY, 2005).

FIGURA 78 - DEMONSTRAÇÃO DOS PRINCIPAIS NERVOS DA MÃO



FONTE: Disponível em: <http://fedscm.com/uploads/book_chapter/201224003_ANATOMIA_DA_MA%C3%8C%C6%92O.pdf>. Acesso: 11 dez. 2015.

Os principais músculos da articulação das mãos são os músculos intrínsecos e extrínsecos, os músculos extensores comuns dos dedos, músculos extensores próprios do indicador, músculos flexores superficiais e profundos.

A musculatura intrínseca da mão é formada pela musculatura tenar, musculatura hipotenar e a musculatura intrínseca central.

Nos vídeos abaixo, você verá a articulação da mão como complemento do estudo.
<https://www.youtube.com/results?search_query=articula%C3%A7%C3%B5es+da+m%C3%A3o>
<https://www.youtube.com/watch?v=lhtLATgYFJE>
Acesso em: 11 dez. 2015.

A seguir você terá a oportunidade de ler um estudo recente e muito interessante sobre o segmento das mãos, uma dissertação de mestrado que comparou a atividade muscular dos dedos e a força da preensão palmar.

FONTE: RODRIGUES, E.D. **Análise comparativa da atividade muscular do flexor superficial dos dedos e força de preensão palmar em atividades laborativas em uma indústria.** Mestrado em Engenharia. UNESP, 2014, 86p. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/111056/000798713.pdf?sequence=1>. Acesso em: 11 dez. 2015.

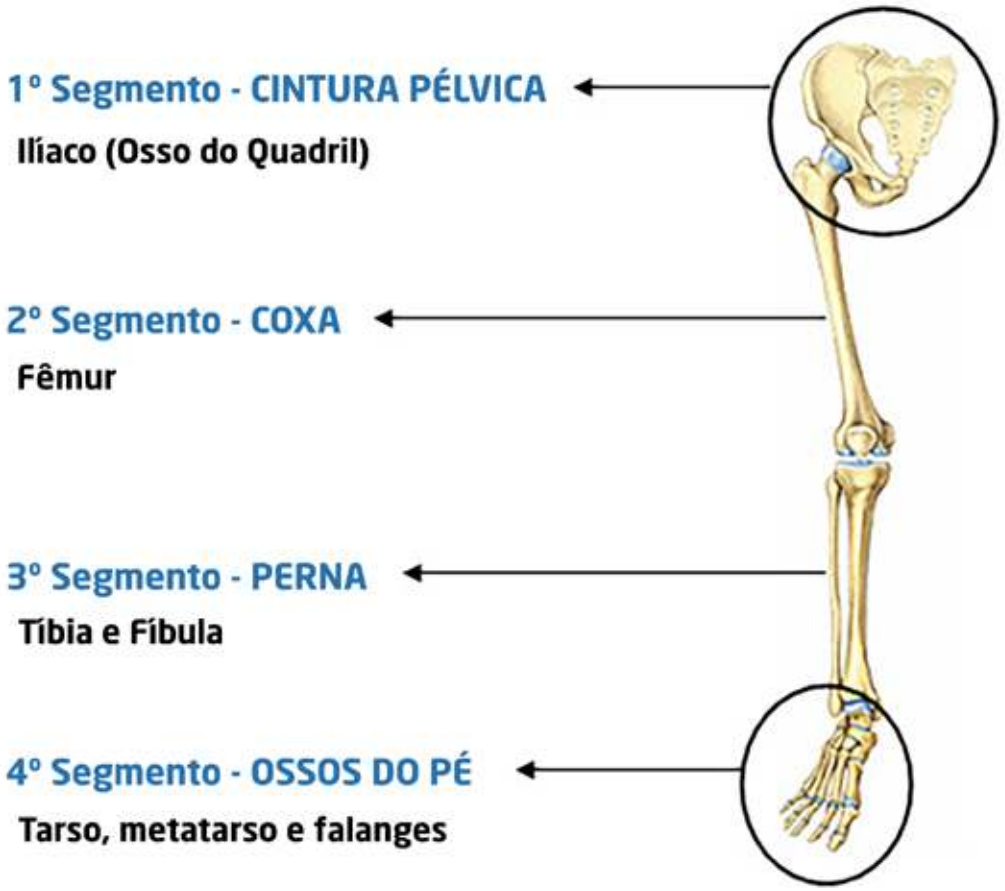
Agora que você entendeu a cinesiologia dos membros superiores e estudou sua importância, vamos aprofundar o nosso estudo, desvendando a cinesiologia dos membros inferiores.

9 MEMBROS INFERIORES

As articulações dos membros inferiores exercem sustentação, locomoção, transferência estável de peso na realização da marcha e/corrida e manutenção da posição bípede. São ligados ao tronco pelo sacro e os ossos do quadril, formando a pelve óssea (KISNER; COLBY, 2005).

Habitualmente, utilizam-se as propriedades da cinemática para favorecimento dos movimentos de cada parte da articulação, para proximais-distais e distais-proximais, como, por exemplo, na fase de apoio da marcha, ou na flexão do joelho para iniciar uma corrida, usam a cinemática da porção distal para proximal (NEUMANN, 2011).

FIGURA 79 - DEMONSTRAÇÃO DA PARTE ÓSSEA DO MEMBROS INFERIORES



FONTE: http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/corpo-humano-sistema-esqueletico/imagens/sistema-esqueletico-163.jpg.

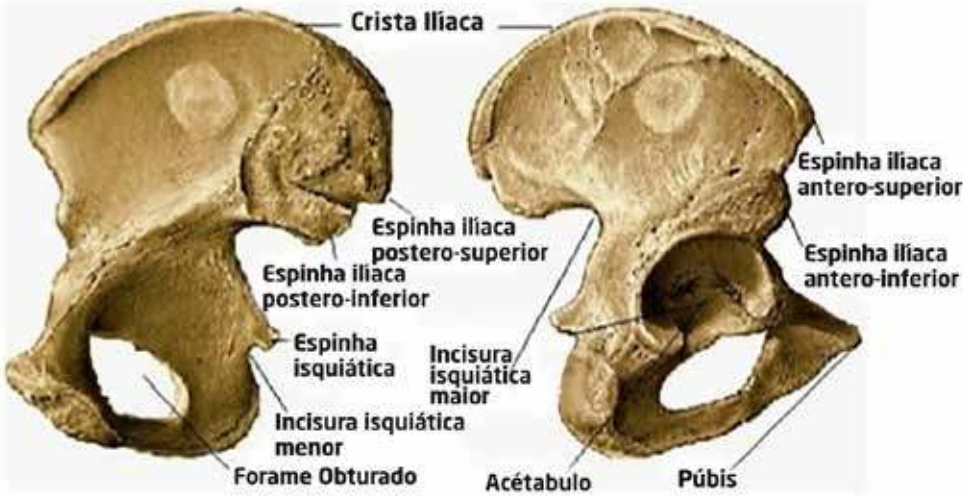
9.1 QUADRIL

A articulação do quadril, como todas as articulações do corpo, é uma articulação que também apresenta sua complexidade, que possibilita movimentos em três planos e tem três graus de liberdade. É do tipo triaxial esferoide, realiza os movimentos de flexão-extensão, abdução-adução e rotações interna e externa (NEUMANN, 2011).

O quadril é uma articulação estável, sua função é sustentação do peso corporal, faz a ligação com o membro inferior, a perna como um todo, e, para tanto, possui um encaixe perfeito, o acetábulo que conecta a cabeça do fêmur (KISNER; COLBY, 2005).

A parte óssea do quadril é composta pela junção dos ossos ílio, ísquio e púbis dando forma à parte côncava do acetábulo, a parte óssea convexa é uma depressão esférica que acomoda a cabeça femoral (PUTZ; PABST, 2000).

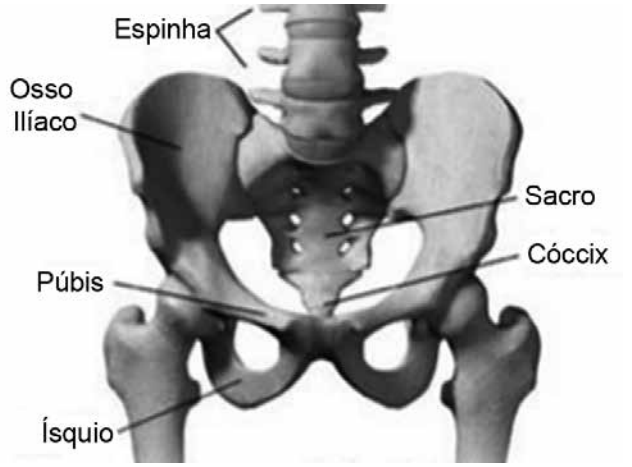
FIGURA 80 - DEMONSTRAÇÃO DO OSSO ILÍACO



FONTE: Putz e Pabst (2000)

A cinesiologia da articulação do quadril apresenta-se da seguinte forma: movimento de pelve, movimentos do fêmur, ângulo de inclinação e torção (KISNER; COLBY, 2005).

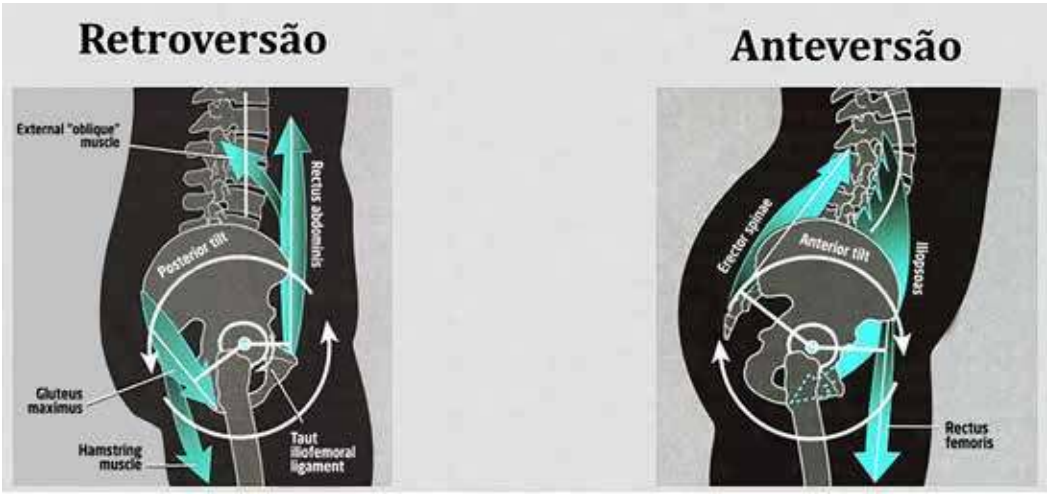
FIGURA 81 - DEMONSTRAÇÃO DA PELVE



FONTE: Disponível em: <http://player.slideplayer.com.br/12/3677057/data/images/img11.jpg>. Acesso em: 12 dez. 2015. (Tradução nossa).

Os movimentos de pelve ocorrem quando o indivíduo está posicionado em pé ou na fase de apoio da marcha, fazendo com que a parte côncava do acetábulo se mova na cabeça convexa do fêmur, movendo assim a pelve. Os movimentos realizados são inclinação anterior e posterior da pelve, inclinação lateral de pelve, elevação e depressão de pelve, rotação para frente e para trás da pelve (anteversão e retroversão) (KISNER; COLBY, 2005).

FIGURA 82 - DEMONSTRAÇÃO DE ANGULAÇÃO DO QUADRIL



FONTE: Disponível em: <http://images.slideplayer.com.br/12/3677057/slides/slide_6.jpg>. Acesso em: 12 dez. 2015.

Os movimentos de fêmur acontecem quando a cabeça do fêmur se desloca na direção contrária ao movimento normal do fêmur. Esses movimentos são flexão posterior (com os ligamentos em estado de frouxidão), extensão anterior (ligamentos tensos), abdução inferior (ligamentos pubofemoral e isquiofemoral tensos), adução superior (ligamentos iliofemoral superior tenso e iliofemoral inferior relativamente tenso), rotação interna posterior (ligamento isquiofemoral tenso) e rotação externa anterior (ligamentos anteriores tensos) (KISNER; COLBY, 2005).

O ângulo de inclinação envolve o eixo da cabeça e do colo femoral com o eixo da diáfise do fêmur, sendo normal um ângulo de 125º (KISNER; COLBY, 2005).

A torção ocorre com a formação do ângulo pelo eixo do colo do fêmur e o eixo dos côndilos femorais, o ângulo normal fica entre 8º a 25º (KISNER; COLBY, 2005).

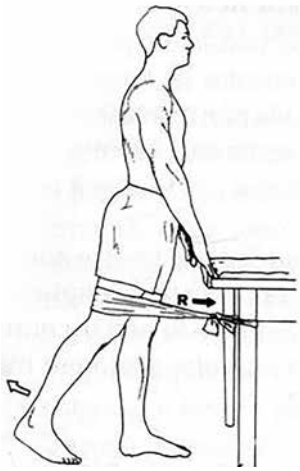
Movimentos do quadril em cadeia cinética aberta (CCA) ocorrem quando o segmento distal de uma articulação fica livre para movimentar-se no espaço, realiza um movimento isolado, como, por exemplo, um abano de mão, o chute de uma bola. A perna na fase do balanço ou durante uma corrida, supino, tríceps e elevação com alteres etc. (LIPPERT, 2003).

FIGURA 83 - DEMONSTRAÇÃO DE MOVIMENTO EM CADEIA CINÉTICA ABERTA (CCA)

FONTE: Disponível em: <http://4.bp.blogspot.com/COSPaz0rIjE/UaetgrOKMnI/AAAAAAAAAGM/75K3a7qRWZE/s1600/images+(4).jpg>. Acesso em: 12 dez. 2015.

Movimentos do quadril em cadeia cinética fechada (CCF): um movimento em CCF ocorre quando o segmento distal da ação está fixado em algum objeto imóvel, ou ao chão, e o segmento proximal fica livre para mover-se. Os movimentos são báscula interna (adução 0º a 25º), báscula externa (abdução 0º a 30º), anteversão (flexão 0º a 130º), retroversão (extensão 0º a 30º), rotação pélvica anterior (rotação interna 0º a 45º), rotação posterior (rotação externa 0º a 50º). Ex.: agachamento de membros inferiores, barra fixa, bicicleta ergométrica, ato de levantar-se de uma cadeira etc. (LIPPERT, 2003).

FIGURA 84 - DEMONSTRAÇÃO DE MOVIMENTO EM CADEIA CINÉTICA FECHADA (CCF)



FONTE: Disponível em: <http://images.slideplayer.com.br/7/1863208/slides/slide_40.jpg>. Acesso em: 12 dez. 2015.

Caro acadêmico, você saberia diferenciar as CCA de CCF? Pois bem, vamos agora entender quais são as diferenças básicas desses dois movimentos tão importantes para alcançar os objetivos específicos em cada articulação.

Cadeia Cinética Aberta (CCA):
- ❖ Ocorre uma diminuição na compressão articular.
- ❖ Movimentos com maiores acelerações e desacelerações.
- ❖ Aumento das forças de cisalhamento.
- ❖ Há um aprimoramento da amplitude de movimento e da força.
- ❖ Maior risco de lesões.

Cadeia Cinética Fechada (CCF):
- ❖ Aumento das forças compressivas.
- ❖ Movimentos com menores acelerações e desacelerações.
- ❖ Diminuição das forças de cisalhamento.
- ❖ Aprimoramento da estabilidade dinâmica.
- ❖ Menor risco de lesões.

FONTE: Lippert (2003)

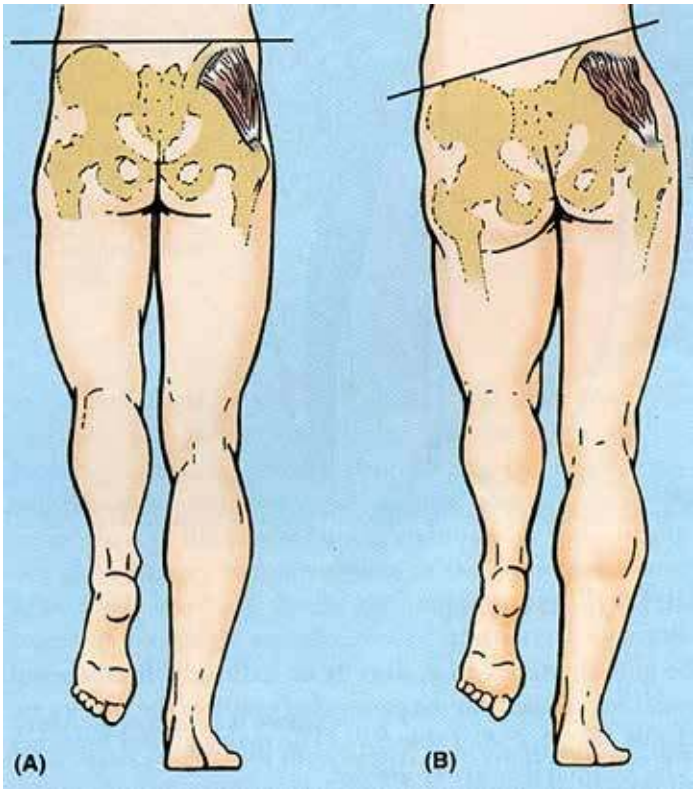
Neste momento, você já compreende que os movimentos de CCA e CCF realizam uma reação em cadeia de transferências e de forças para distintos segmentos e articulações do corpo, com uma alternância sincronizada e contínua produzindo um movimento perfeito.

Você poderá aprofundar seu conhecimento sobre esse assunto lendo a sugestão de artigo: **Cadeia cinética aberta e fechada**: uma reflexão crítica

FONTE: MOSER; MALUCELLI; BUENO. Cadeia cinética aberta e fechada: uma reflexão crítica. **Fisioter. Mov.**, v. 23, n. 4, p. 641-650, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/fm/v23n4/a14v23n4.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2015.

No movimento da caminhada, o quadril é movimentado com uma amplitude em torno de 40º, sendo 30º de flexão na fase do balanço e contanto inicial da marcha, e 10º de extensão na fase de apoio final. Inclinação pélvica e certa rotação fazem parte do movimento, juntamente com abdução, adução e rotação interna e externa do quadril, sendo controlados pelos músculos flexores, extensores de quadril, glúteo médio e tensor da fáscia lata (KISNER; COLBY, 2005).

FIGURA 85 - DEMONSTRAÇÃO DO ALINHAMENTO NORMAL DA ARTICULAÇÃO DO QUADRIL

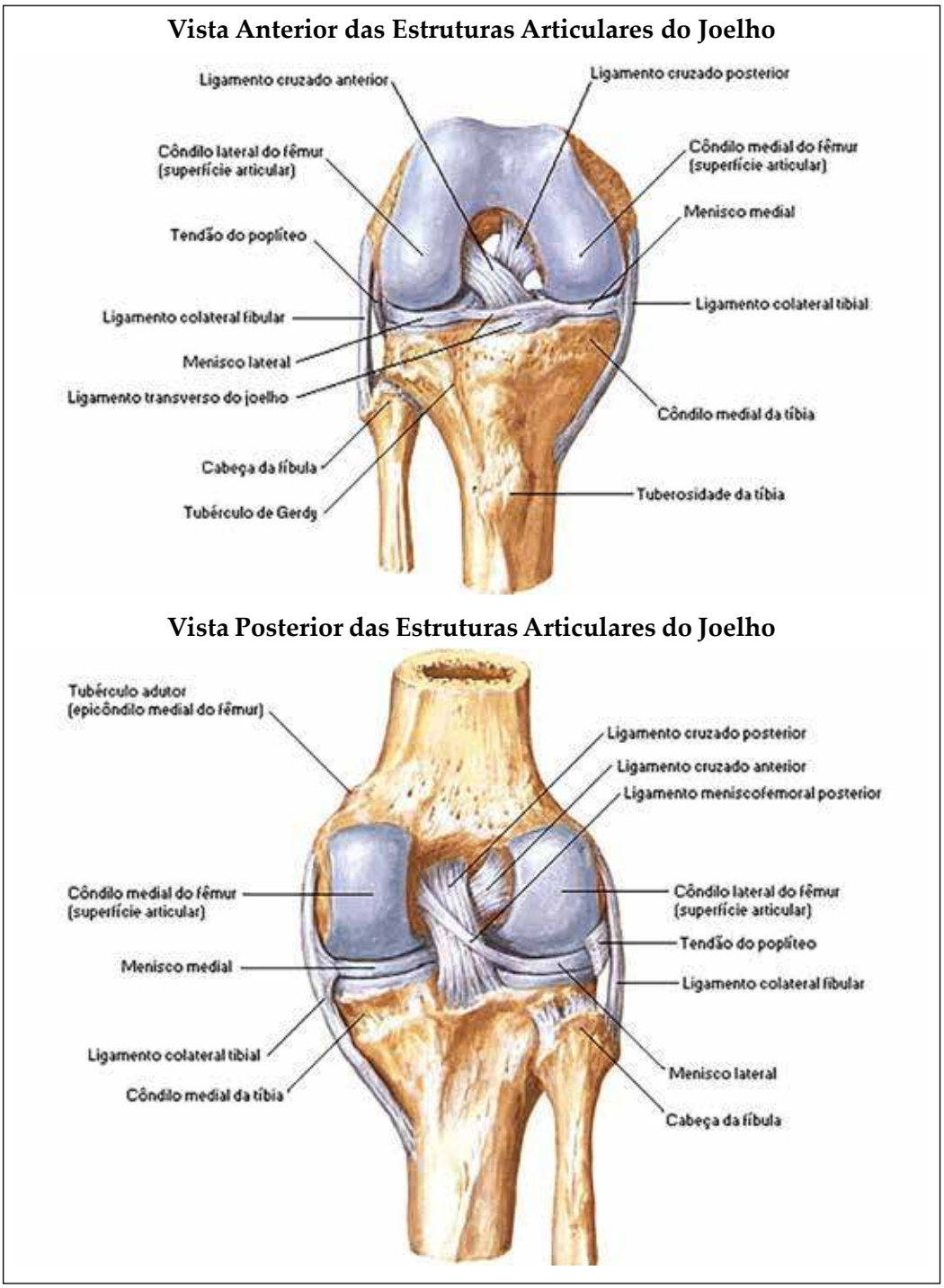


FONTE: Disponível em: <http://www.movementrx.com/wpcontent/uploads/2013/12/32weakgluteusmedius5.jpgehttp://4.bp.blogspot.com/txMM2qVw5iI/UshLb7Pys7I/AAAAAAAADA4/HX_lX3a1Yek/s320/sinal+de+trendlenburg.jpg>. Acesso em: 13 dez. 2015.

9.2 JOELHO

A articulação do joelho é a articulação que faz a união da extremidade distal do fêmur e proximal da tíbia, denominada articulação femorotibial. Possui mobilidade e também é estável, é uma articulação sinovial em dobradiça entre o fêmur e o osso da tíbia, com alinhamento em torno de 10º em geno valgo (curvatura normal) (KISNER; COLBY, 2005). Participa da sustentação do peso corporal juntamente com as articulações do quadril e tornozelo na posição em pé, e é articulação funcional para as práticas de deambular (caminhar), sentar, levantar, subir, descer e correr (NEUMANN, 2011).

FIGURA 86 – VISTA ANTERIOR E POSTERIOR DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO



FONTE: NETTER, Frank H.. Atlas de Anatomia Humana. 2ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

FONTE: http://www.ebah.com.br/content/ABAAAe9-oAE/articulacoes-joelho. Acesso em 19 de abril de 2016.

Os movimentos realizados pela articulação do joelho são: flexão, a qual ocorre no plano sagital entre os côndilos do fêmur e da tíbia, com angulação em torno de 120º com quadril estendido e 140º com quadril flexionado, e chega a 160º quando é flexionado passivamente. A extensão também acontece no plano sagital e a angulação é medida a partir do retorno da flexão, ficando em torno de 120º/140º-0º. Os movimentos de rotação são mais limitados, acontecem somente com o joelho flexionado, tendo uma angulação de 10º medial e 30º lateral (ELIAS et al., 2015).

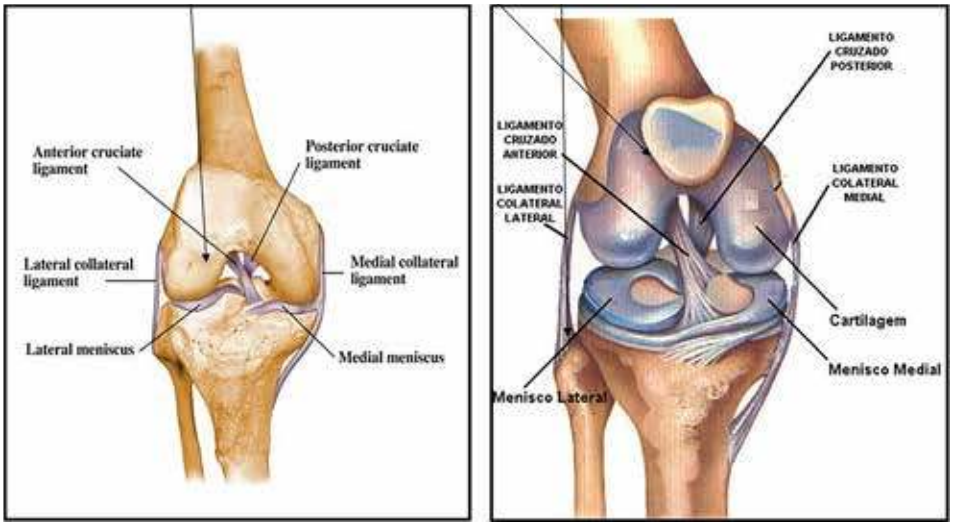
FIGURA 87 - DEMONSTRAÇÃO DOS MOVIMENTOS DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO

FONTE: Disponível em: <http://ovrt.nist.gov/projects/vrml/h-anim/knee.gif>. Acesso em: 13 dez. 2015. (Tradução nossa).

A articulação sinovial do joelho é composta de duas articulações, a femoropatelar e a femorotibial, constituindo a cápsula artilhar do joelho. A articulação femoropatelar, patelofemoral ou a patela propriamente dita, desliza na frente do osso do fêmur na flexão, no sentido caudal e no movimento de extensão, desliza no sentido cranial, é um osso sesamoide no tendão do quadríceps (ELIAS et al., 2015).

A articulação femorotibial ou tibiafemoral é uma articulação biaxial em dobradiça que conecta o fêmur à tíbia, intercalada com os meniscos e estabilizada pelos ligamentos cruzados anteriores e posteriores, e pelos ligamentos colaterais laterais (femoral) e mediais (tibiais) (KISNER; COLBY, 2005).

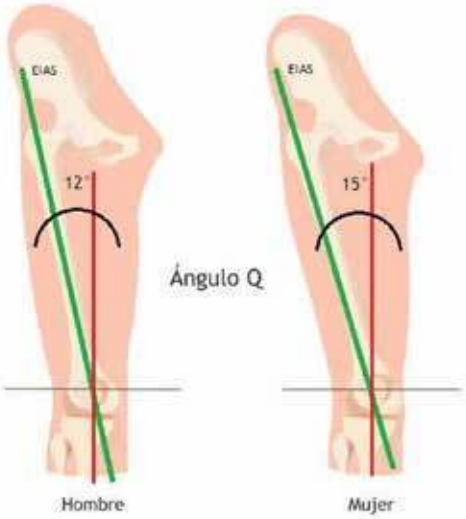
FIGURA 88 - DEMONSTRAÇÃO DAS ARTICULAÇÕES E A FEMOROTIBIAL (ESQUERDA) FEMOROPATELAR (DIREITA)



FONTE: Disponível em: <http://images.slideplayer.com.br/1/83902/slides/slide_54.jpg>. Acesso em: 13 dez. 2015.

Os joelhos possuem uma membrana sinovial que faz a lubrificação da articulação, e uma de suas funções é manter o alinhamento da patela, com um ângulo normal de 15º, formando o ângulo Q. O ângulo Q, que corresponde ao alinhamento do joelho, é um ângulo resultante entre dois segmentos, um da espinha ilíaca anterior superior até o centro da patela, e o outro do centro da patela até a tuberosidade anterior da tíbia. Este ângulo determina o desvio do encurvamento lateral do quadríceps sobre a patela, evitando a lateralização da mesma (ELIAS et a., 2015).

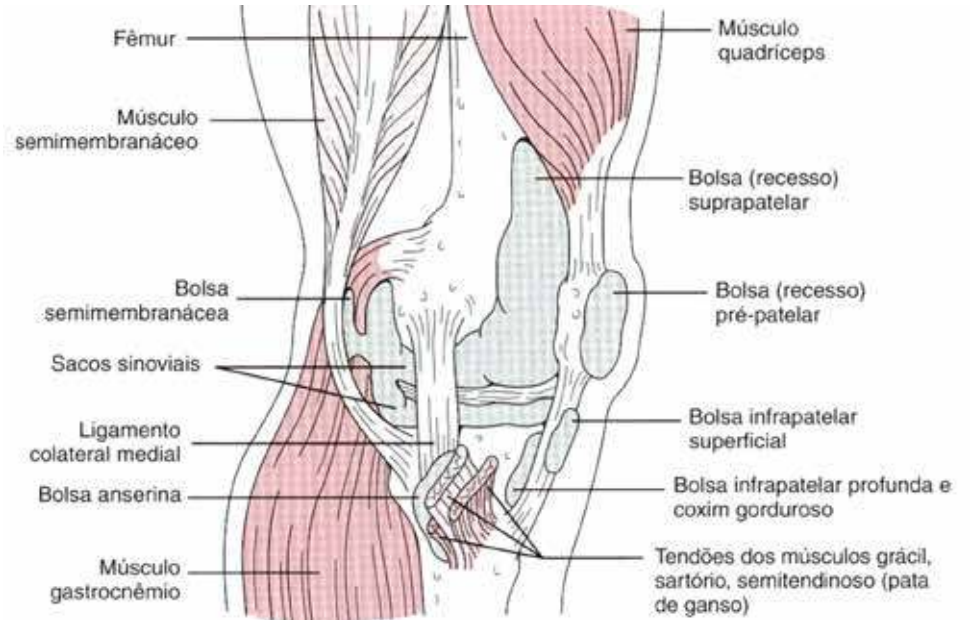
FIGURA 89 - DEMONSTRAÇÃO DO ÂNGULO Q



FONTE: Disponível em: <http://www.videosnbc.com/wp-content/uploads/2015/06/elanguloqfissioterapia0-400x389.jpg>. Acesso em: 13 dez. 2015.

Além dos ligamentos que sustentam e dão mobilidade à articulação, o joelho depende muito da musculatura para movimentar-se e garantir o perfeito funcionamento desta engrenagem tão complexa. Os músculos responsáveis por tais movimentos são antagonista e agonista: os antagonistas são extensores que consistem em todo o conjunto do quadríceps, auxiliados pelos músculos isquiotibiais e solear para tracionar a tíbia posteriormente. Já os agonistas são músculos flexores isquiotibiais, gastrocnêmios, poplíteo (KISNER; COLBY, 2005).

FIGURA 90 - DEMONSTRAÇÃO DAS ESTRUTURAS DO JOELHO



FONTE: Disponível em: <http://www2.fm.usp.br/fofito/fisio/pessoal/isabel/biomecanicaonline/articulacoes/joelho/PDF/avaljoelho.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2015.

A Cinesiologia foi descoberta há muito tempo, lá atrás, com Aristóteles, Galeno, Leonardo da Vinci. Seus conceitos foram estudados e registrados, o que foi válido para entendermos exatamente as capacidades de movimentos de todos os segmentos do nosso corpo de uma maneira funcional.

E com o passar do tempo, muito se estudou, pesquisou e analisou-se as inúmeras possibilidades de cada movimento. Em um trabalho recente, Bezerra (2013) estudou a importância da Educação Física para o desenvolvimento motor na educação infantil, e concluiu que os primeiros anos de vida de uma criança são fundamentais para o desenvolvimento de suas habilidades motoras, principalmente no desenvolvimento ósseo, articular e muscular.

Você pode ler este trabalho na íntegra no *link*: <http://www.repositorio.uniceub.br/bitstream/235/5863/1/21080286.pdf>.

Outra sugestão de leitura como complemento ao nosso estudo, é um trabalho de Machado (2014), o qual inovou com uma pesquisa de inclusão de um esporte muito atual, o *Slackline*, como uma ferramenta pedagógica no processo de ensino e aprendizagem nas aulas de Educação Física.

Machado (2014) demonstrou ser viável a utilização dessa modalidade dentro da escola, tornando as aulas de Educação Física mais atrativas e usufruindo dos benefícios que a prática do *Slackline* oferece, como equilíbrio de todas as funções físicas, mentais, emocionais e sociais.

Este trabalho você encontrará no *link*: <http://repositorio.uniceub.br/bitstream/235/5841/1/21230140.pdf>.

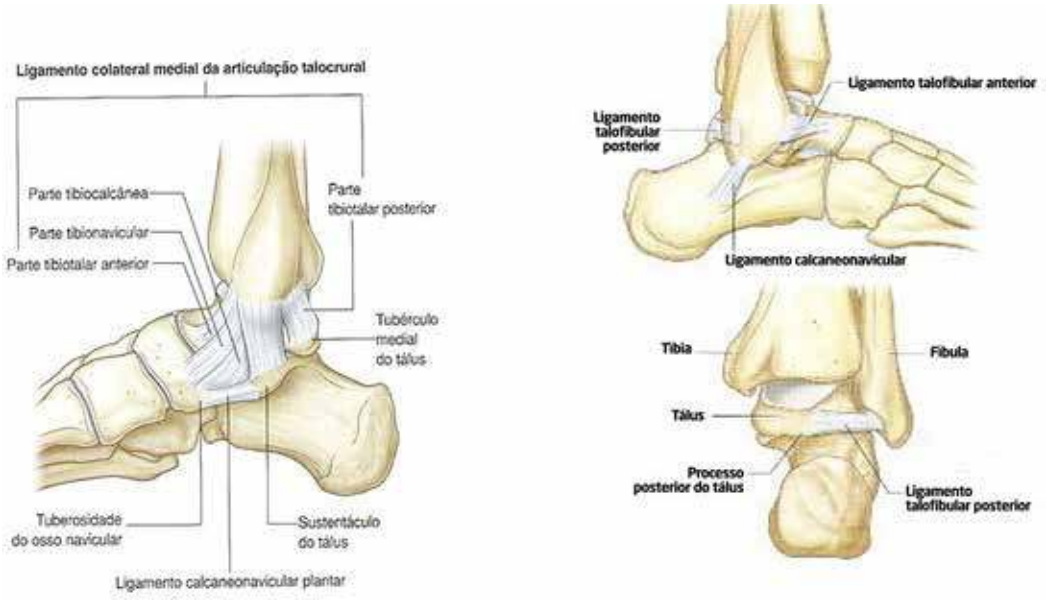
Para compreender melhor a complexidade da articulação do joelho e como uma forma de fixação do estudo, você poderá assistir a um breve vídeo, que está no *link*: <https://www.youtube.com/watch?v=izFa8fTOqXw>.

Agora que você já conheceu as articulações do quadril e joelho, vamos dar continuidade e estudar as últimas articulações que compõem os membros inferiores: tornozelos e pés, os quais estarão condensados no mesmo tópico para melhor entendimento em função de sua alta complexidade.

9.3 TORNOZELO E PÉ

As articulações do tornozelo e pé, assim como o joelho, são articulações complexas, do tipo dobradiço, gínglimo sinovial. O tornozelo é estruturado pela união da extremidade distal dos ossos da tíbia e da fíbula, sendo ligado medialmente entre tálus e tíbia e lateralmente entre tálus e fíbula, e seguida de três articulações que proporcionam estabilidade, sendo elas: tibiofibular (sindesmose), talocrural e subtalar (PUTZ; PABST, 2000).

FIGURA 91 - ARTICULAÇÃO DO TORNOZELO E PÉS



FONTE: Disponível em: <http://images.slideplayer.com.br/12/4118024/slides/slide_12.jpg>. Acesso em: 13 dez. 2015.

Articulações tibiofibulares: estão no plural porque formam um conjunto de duas articulações. A articulação tibiofibular superior e a articulação tibiofibular inferior. A superior compreende a cabeça da fíbula e uma faceta na parte posterior lateral da borda do côndilo tibial. Já articulação tibiofibular inferior é uma sindesmose (entre dois ossos) fixada pelo ligamento interósseo tibiofibular crural e os ligamentos tibiofibulares anterior e posterior (KISNER; COLBY, 2005).

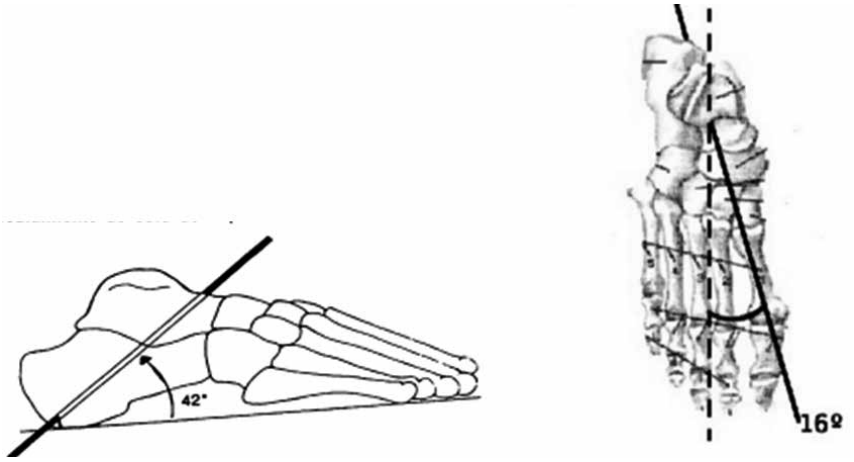
Articulação talocrural: mantida pela ação dos ligamentos colateral medial (deltoide) e lateral pelos ligamentos talofibular e calcaneofibular anterior e posterior. Sua superfície de acomodação côncava é constituída pela tíbia distal e os maléolos tibiais e fibular e sua superfície de acomodação convexa tem um formato em cunha com um ápice apontando medialmente e localiza-se no corpo do tálus. Esta articulação realiza os movimentos fisiológicos de dorsiflexão posterior e flexão plantar anterior (KISNER; COLBY, 2005).

FIGURA 92 - DEMONSTRAÇÃO DAS ARTICULAÇÕES DO TORNOZELO E PÉ

FONTE: Disponível em: <https://encryptedtbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRjVdToy2TSHVvLYrRtWlSet6 D1OZB5NEwzfentExlo7YCosbHjOw>. Acesso em: 14 dez. 2015.

Articulação subtalar: apresenta somente um eixo, o eixo triplanar, sendo esse oblíquo em 42º no plano transverso e 16º no plano sagital, angulação essa que possibilita os movimentos de pronação e supinação. Sua função é favorecer a rotação da perna no plano transverso na execução da marcha. Os ligamentos de sustentação são os ligamentos medial e lateral, interósseo talocalcanhar no tarso, e talocalcanhar posterior e lateral (KISNER; COLBY, 2005).

FIGURA 93 - DEMONSTRAÇÃO DO EIXO DE MOVIMENTAÇÃO DA ARTICULAÇÃO SUBTALAR

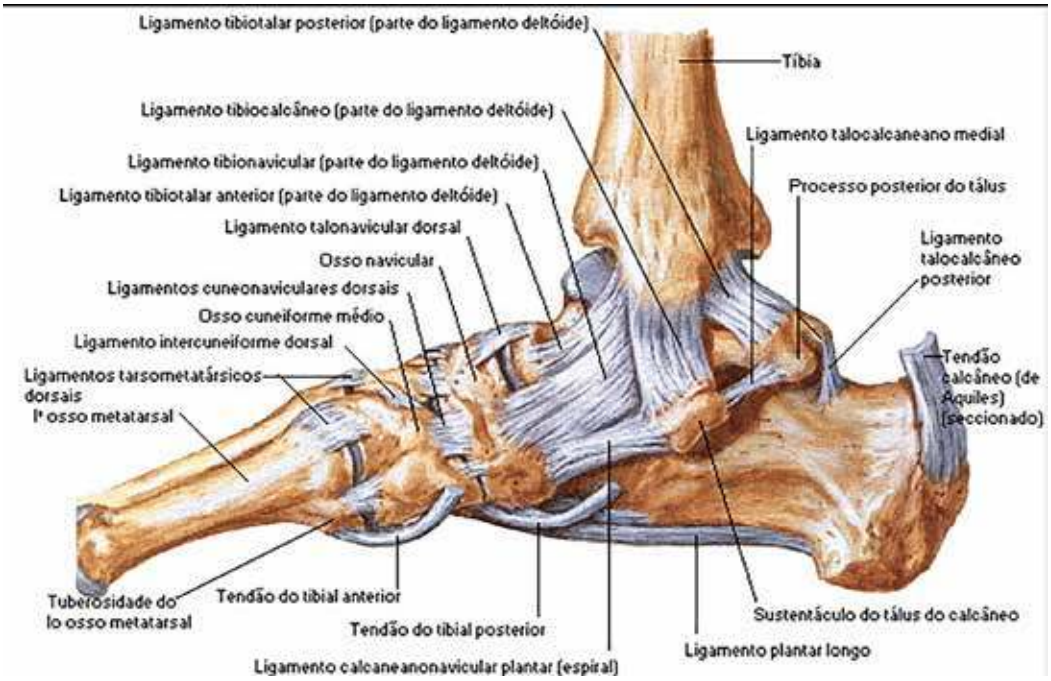


FONTE: Teixeira e Olney (1997)

O tornozelo e pé têm como função cuidar da mobilidade e estabilidade formando um complexo articular que serve como uma base estável de sustentação do peso corporal, sem grandes gastos de energia, e agindo como uma alavanca fixa para impulsionar o corpo para a realização da marcha. É capaz de adaptar-se para

acomodar as transferências de forças absorvendo o impacto do peso corporal em superfícies irregulares, possibilitando o avanço progressivo da passada durante a caminhada (NEUMANN, 2011).

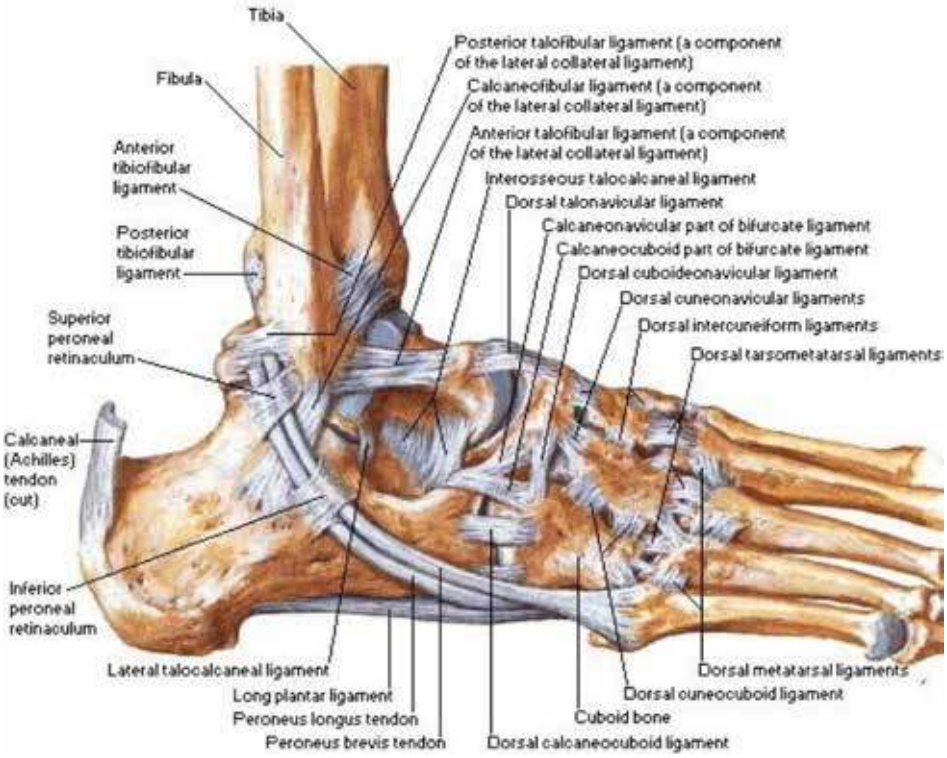
FIGURA 94 - DEMONSTRAÇÃO DA PARTE MEDIAL DA ARTICUALÇÃO DO TRONOZELO E PÉ



FONTE: Netter (2000)

Os ossos dos pés são: no segmento posterior o tálus e o calcâneo, no segmento medial estão os ossos navicular, cuboide e três cuneiformes e na parte superior encontramos cinco metatársicos e 14 falanges que formam os cinco dedos, dispostas em duas falanges para o hálux (dedão) e três falanges para os outros quatro dedos restantes (KISNER; COLBY, 2005).

FIGURA 95 - DEMONSTRAÇÃO DA PARTE MEDIAL DA ARTICUALÇÃO DO TRONOZELO E PÉ



FONTE: Netter (2000)

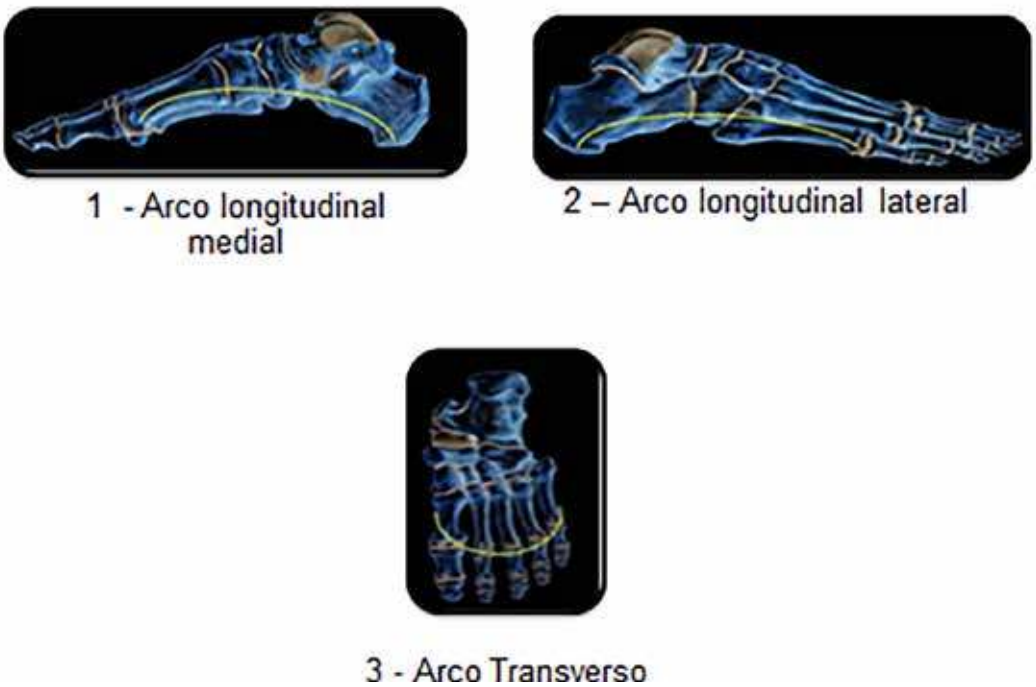
As articulações do tornozelo e pés são responsáveis por alguns movimentos como: dorsiflexão, ocorre no plano sagital, com angulação 0-20º; flexão plantar, ocorre no plano sagital, com angulação de 0-45º; inversão (supinação mediotársica subtalar), ocorre nos planos transversal, sagital e frontal, com angulação de 0-40º; eversão (pronoção mediotársica subtalar), ocorre nos planos transversal, sagital e frontal, com angulação de 0-20º (MARQUES, 2003).

FIGURA 96 - DEMONSTRAÇÃO DOS MOVIMENTOS DO TORNOZELO E PÉ

FONTE: Disponível em: <http://clinicaecirurgiadope.com.br/ckfinder/images/movtalus.png>. Acesso em: 14 dez. 2015.

A articulação dos pés é dividida em retropé, mediopé e antepé, e forma arcos plantares que são muito importantes para fazer a distibuição do peso corporal em toda a base do pé. Os arcos são o longitudinal medial, lateral e arco transverso.

FIGURA 97 - ARCOS PLANTARES



FONTE: Disponível em: <http://pt.slideshare.net/Personal/biomecanica-do-pe-tornozelo>. Acesso em: 14 dez. 2015.

UNI

Um estudo desenvolvido no Laboratório de Biomecânica do Departamento de Educação Física do Instituto de Biociências da Universidade Paulista Julio de Mesquita Filho, avaliou os déficits proprioceptivos e a força de indivíduos com instabilidade funcional do tornozelo, e ainda analisou as alterações cinemáticas e eletromiográficas em indivíduos com instabilidade funcional do tornozelo e efeito da órtese semirrígida durante movimentos esportivos.

Esse trabalho é uma sugestão de leitura para entendimento das complexas articulações de tornozelo e pé: **Análise da estabilidade do tornozelo em movimentos esportivos e o efeito da órtese semirrígida**

FONTE: Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/108697/000764468.pdf?sequence=1>. Acesso em: 14 dez. 2015.

A seguir estão *links* de sugestões de vídeos de aulas práticas para auxiliar na fixação do conteúdo:
<https://www.youtube.com/watch?v=ypbYS-EKF80>
<https://www.youtube.com/watch?v=79Xvt8xwJtg>
<https://www.youtube.com/watch?v=0EHV2PfDv7I>
<https://www.youtube.com/watch?v=Idd-jiSq56M>
Acesso em: 14 dez. 2015.

ATIVIDADE PRÁTICA

Análise cinesiologia plantar

Objetivo: Realizar a visualização do desenho da forma plantar dos pés. Estudar os ângulos, movimentos, os tipos de movimentos dos pés, os tipos de passada, a largura de base durante a marcha.

Método: Os participantes pintarão seus pés com tinta preta e andarão sobre uma pista de papel pardo previamente fixado no chão e depois farão a análise de sua marcha, tendo como base os movimentos cinesiológicos estudados.

Tempo de duração: de 45 a 60 minutos.

Material a ser utilizado: tinta hidrossolúvel na cor preta, rolo de papel pardo de 7m de comprimento por 60 cm de largura, tachinhas tipo percevejo ou fita adesiva, papel toalha para higienização.

Etapas: Abrir espaço na sala e fixar a pista de papel pardo. Em seguida, estabelecer uma ordem entre os alunos organizados em fila, ou se preferir, elege-se de um a três alunos, para somente eles realizarem a análise (a critério). Faz-se a aplicação da tinta preta na planta do pé e se inicia a marcha, que ficará registrada na pista de papel. Além da forma plantar, é possível analisar a sobrecarga de peso.

Após, fazer a análise em conjunto, identificando os movimentos encontrados:

1 - identificar o desenho da pegada do pé;
2 - tipo de arco plantar;
3 - se há alguma deformidade;
4 - a tarefa do grupo é aprender a reconhecer os tipos de pegadas, passadas e discutir entre si;
5 - fazer uma apresentação para o grande grupo;
6 - fazer uma avaliação da atividade.

Caro acadêmico, agora que chegamos ao final do que tínhamos proposto, sugerimos a leitura de uma entrevista com o especialista pós-doutorado Marcos Garcia Neira, professor da Universidade de São Paulo, que fala sobre o papel da Educação Física nas escolas. A entrevista foi concedida ao repórter Rodrigo Reiter, para o *site* da Revista Nova Escola. Se quiser visualizar a entrevista na íntegra, acesse o *link* disponível no fim do texto.

LEITURA COMPLEMENTAR

De todas as disciplinas do Ensino Fundamental, provavelmente a Educação Física foi a que sofreu transformações mais profundas nos últimos tempos. Mudanças pedagógicas e na legislação fizeram com que até mesmo sua missão fosse questionada.

Se até a década de 1980 o compromisso da área incluía a revelação de craques e a melhoria da performance física e motora dos alunos (fazê-los correr mais rápido, realizar mais abdominais, desenvolver chutes e cortadas potentes), hoje a ênfase recai na reflexão sobre as produções humanas que envolvem o movimento.

Se antes o currículo privilegiava os esportes, hoje o leque se abre para uma infinidade de manifestações, da dança à luta, das brincadeiras tradicionais aos esportes radicais. Ecos da perspectiva cultural, que domina pesquisas e ganha cada vez mais espaço nas escolas.

Considerado um dos principais investigadores dessa tendência, o professor Marcos Garcia Neira, da Universidade de São Paulo (USP), defende que a principal função da Educação Física escolar é analisar a diversidade das práticas corporais da sociedade, mesmo as consideradas mais polêmicas, como danças do tipo *funk* e axé.

Amparado por 17 anos de docência na Educação Básica e pela participação na elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e das Orientações Curriculares do município de São Paulo, Neira discute essa questão provocadora e avalia os principais desafios da disciplina.

Por que a Educação Física mudou tanto nos últimos anos?
MARCOS GARCIA NEIRA: Foi uma mudança que acompanhou uma série de outras transformações. Na sociedade, grupos que não tinham sua voz ouvida ganharam espaço, o que impactou o currículo. A escola, antes voltada apenas para o conhecimento acadêmico ou a inserção no mercado, passou a visar à participação do aluno em todos os setores da vida social, o que mexeu com os

objetivos da área. E a própria legislação, que desde a década de 1970 apontava um compromisso com a melhoria da performance física e a descoberta de talentos esportivos, foi substituída, em 1996, pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, que propõe que a Educação Física seja parte integrante da proposta pedagógica da escola.

Na prática, quais foram as principais transformações?
NEIRA: Eu acredito que a Educação Física passou a ser reconhecida como um componente importante para a formação dos alunos. Antes, era comum as aulas fora do período regular, às dispensas por motivos médicos ou a substituição por atividades pouco relacionadas com a área, como conselhos de classe, por exemplo. Tudo isso colaborou para construir, na cabeça de alunos e professores, a representação de uma disciplina alheia ao projeto escolar, que servia apenas como recreação ou passatempo e não tinha nenhum objetivo pedagógico. Hoje, essa concepção não é mais dominante.

Qual é o objetivo da Educação Física escolar hoje?
NEIRA: É o mesmo objetivo da escola: colaborar na formação das pessoas para que elas possam ler criticamente a sociedade e participar dela atuando para melhorá-la. Dentro dessa missão, cada disciplina estuda e aprofunda uma pequena parcela da cultura. O que a Educação Física analisa é o chamado patrimônio corporal. Nosso papel é investigar como os grupos sociais se expressam pelos movimentos, criando esportes, jogos, lutas, ginásticas, brincadeiras e danças, entender as condições que inspiraram essas criações e experimentá-las, refletindo sobre quais alternativas e alterações são necessárias para vivenciá-las no espaço escolar.

Como deve ser uma aula ideal?
NEIRA: Certamente não deve ser a do tipo "desce para a quadra, corre, corre, corre, sua, sua, sua e volta para a sala". A Educação Física proposta na escola não pode ser a mesma proposta em outros espaços. Se for apenas para o aluno se divertir, existem lugares para isso, ginásios públicos e centros comunitários, por exemplo. Se for somente para aprender modalidades esportivas, melhor procurar um clube ou uma academia. A escola não serve para formar atletas, mas para refletir e entender as manifestações culturais que envolvem o movimento.

Um exemplo concreto: como abordar o futebol nessa perspectiva?
NEIRA: O trabalho pode começar com a turma experimentando jogar futebol, mas não pode parar por aí. A vivência de qualquer modalidade na escola exige reflexão e adaptação. Propondo uma pesquisa, é possível levar os alunos a conhecer outros tipos de futebol: de campo, de quadra, de areia, feminino, conhecer quem pratica o esporte hoje, como se jogou no passado e como se pode jogar na escola. É importante que eles saibam, por exemplo, que o esporte já foi praticado sem juiz, que os atletas não tinham números na camisa e que o pênalti era cobrado de outra maneira. Com base nessas informações, voltam à prática já atentos a novas questões: é preciso arbitrar os jogos? Como fazer meninos e meninas participarem simultaneamente? E as crianças com necessidades especiais?

Apesar de a disciplina ter se tornado mais reflexiva, as atividades práticas continuam sendo importantes?
NEIRA: É claro. A vivência segue sendo fundamental porque é somente por meio dela que a turma sente a necessidade de fazer adaptações, algo presente em todas as modalidades. Afinal, elas se transformam conforme "conversam" com a sociedade. O voleibol, por exemplo, mudou seu sistema de pontuação principalmente para se adaptar às transmissões de TV. Essa lógica vale para todas as manifestações corporais, mesmo as mais lúdicas. Quando alguém brinca de pega-pega na rua, brinca de certo jeito. Quando vai brincar com 35 crianças na escola, precisa adaptar a atividade para que ela funcione.

Como lidar com crianças que demonstram especial habilidade em alguma modalidade esportiva?
NEIRA: Devemos estimulá-las a prosseguir. Entretanto, o lugar para continuar com o trabalho não pode ser a escola, mas instituições especializadas para a prática esportiva. A escola tem como função ajudar a compreender o mundo e sua cultura. Não há como desenvolver um projeto esportivo se o que se pretende é contemplar todos os alunos.

Como saber quais esportes, jogos, lutas, danças e brincadeiras devem fazer parte do currículo?
NEIRA: O ponto de partida é sempre o diagnóstico inicial. O interessante é que esse mapeamento do patrimônio cultural corporal da turma, as práticas ligadas ao movimento que os alunos conhecem ou realizam, revela uma realidade mais diversificada do que imaginamos. A garotada brinca de esconde-esconde, conhece *skate* pela TV, tem algum parente que pratica ioga e conhece malha ou bocha porque os idosos jogam na praça. É possível ainda fazer outros mapeamentos. O professor pode passear pelo bairro observando manifestações corporais e equipamentos esportivos. Há academias ou ruas de caminhada, por exemplo.

Mas é preciso escolher algumas práticas no meio de tanta diversidade. Como fazer isso?
NEIRA: Antes de qualquer coisa, é fundamental ter em mente as finalidades do projeto pedagógico da escola, devemos lembrar que a Educação Física não pode ser uma prática alienada. Além disso, a perspectiva cultural da disciplina considera quatro princípios importantes na definição do currículo. O primeiro é que a matriz de conteúdos deve dialogar com todos os grupos que compõem a sociedade, e trabalhar só com esportes modernos contradiz esse princípio. O segundo é a noção de que o aluno precisa enxergar na sociedade as manifestações que está estudando. O terceiro é entender e respeitar as possibilidades de cada estudante, evitando, por exemplo, as avaliações por performance. E o quarto é o professor repensar constantemente a própria identidade cultural para aperfeiçoar o currículo.

Qual deve ser a postura da escola quando a cultura corporal dos alunos inclui danças como o *funk* e o axé?
NEIRA: Não devemos fechar os olhos para essas manifestações, pois podem ser danças que os estudantes cultuam fora da escola. Isso não significa que devemos ficar apenas com aquilo que eles conhecem. Se o professor focar só os aspectos superficiais do *funk* e do axé, ensaiando coreografias, por exemplo, não estará cumprindo seu papel. Por outro lado, um trabalho crítico ajuda as crianças a analisar e interpretar o que são essas danças, contribuindo para que elas conheçam a própria identidade cultural e entendam quem são. A chamada cultura de chegada dos estudantes é um bom ponto de partida para um trabalho em direção a uma cultura mais ampla. A escola deve sempre fazer essa ponte entre o repertório conhecido e o desconhecido.

Como isso funciona na prática?
NEIRA: É preciso transformar o conhecimento dos alunos em objeto de análise e investigação pedagógica. Considero válido, por exemplo, um projeto que aborde o *funk* e o axé no contexto de outras danças contemporâneas, estudando as letras, entendendo o que está embutido nelas, as práticas interessantes ou desinteressantes que acompanham essas manifestações. Em seguida, é possível convidar dançarinos ou trazer vídeos para apresentar outras danças, ampliando o repertório da turma. É um trabalho multicultural porque considera diversos tipos de prática corporal, mas é um multiculturalismo crítico porque questiona e analisa cada uma delas.

FONTE: Disponível em: <http://revistaescola.abril.com.br/formacao/vez-formar-atletas-analisar-cultura-corporal-487620.shtml>. Acesso em: 15 dez. 2015.

RESUMO DO TÓPICO 1

Neste tópico, você viu:

- A cinesiologia da coluna vertebral dos membros superiores e inferiores em uma visão geral.
- A ação da Cinesiologia em cada segmento de sua estrutura: cervical, torácica, lombar, sacro e cóccix.
- Diferenciação dos planos de movimento: frontal, sagital e transverso.
- A mobilidade da coluna vertebral em toda sua arquitetura.
- Os movimentos cinesiológicos e fisiológicos da coluna vertebral.
- Artrologia da coluna vertebral.
- Curvaturas fisiológicas da coluna vertebral.
- Biomecânica da coluna vertebral.
- Cinesiologia dos membros superiores.
- Cinesiologia dos membros inferiores.

AUTOATIVIDADE

1 Os diferentes movimentos realizados pelo corpo humano acontecem em vários planos e eixos. Com base nesse conhecimento, assinale V para verdadeiro e F para falso sobre as informações seguintes:

( ) No que diz respeito às subdivisões da coluna vertebral, é comprovado por vários estudos que a cervical compreende a C1 à C5, torácica T1 à T10, lombar L1 à L5, sacro, S1 à S3 e cóccix com 2 segmentos.
( ) A coluna vertebral tem uma arquitetura intrincada, forma e sustenta o esqueleto humano e possui seis graus de liberdade para movimentação.
( ) Os principais movimentos da coluna vertebral são pronação, supinação, eversão e inversão, respectivamente.
( ) Os movimentos de rotações da coluna vertebral acontecem no eixo longitudinal e no plano sagital.

Agora, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta:

a) ( ) F, F, F, V
b) ( ) F, V, F, F
c) ( ) V, F, V, F
d) ( ) F, V, V, F

2 Sobre a aplicação da Artrologia da coluna vertebral, assinale a alternativa CORRETA:

a) ( ) Os movimentos da coluna vertebral são todos articulados e apenas os corpos vertebrais não tem articulações.
b) ( ) A articulação umeroulnar se articula aos corpos vertebrais, exercendo perfeita junção entre sua parte lisa com a côncava.
c) ( ) As articulações costo-vertebrais e costo-transversais só existem na coluna, elas também fazem conexão do braço ao tronco e realizam movimento de adução e abdução.
d) ( ) As articulações especiais atlanto-axial e unco-vertebrais estão presentes na curvatura da coluna vertebral, especificamente na região cervical.

3 Os movimentos mecânicos da coluna vertebral fazem constantes ajustes paradoxais, que harmonizam a rigidez e flexibilidade, tendo os músculos, ligamentos, tendões e todas as demais estruturas como coadjuvantes de ligação entre cabeça, cintura escapular, coluna e pelve, permitindo os movimentos de tronco nos três planos: sagital, frontal, transversal (NATOUR, 2014).

A biomecânica é essencial para a coluna vertebral.

PORQUE

Uma das funções biomecânicas da coluna vertebral, além de proteger a medula espinhal, é incorporar uma rigidez longitudinal do corpo, possibilitando que o movimento aconteça em todos os segmentos da coluna vertebral. Entre esses movimentos estão a manutenção da postura ereta, a marcha, o suporte do peso corporal (BARBOSA; GONÇALVES, 2007).

Agora, assinale a alternativa CORRETA:

a) ( ) A primeira e a segunda afirmações são verdadeiras e uma complementa a outra.
b) ( ) As duas são verdadeiras, mas não têm relação uma com a outra, são assuntos distintos.
c) ( ) Ambas as afirmações são falsas.
d) ( ) A primeira afirmação está correta e a segunda é completamente o oposto da primeira.

4 São movimentos cinesiológicos e fisiológicos da articulação do ombro:

a) ( ) Somente inclinação lateral.
b) ( ) Somente rotações internas e externas.
c) ( ) Flexo-extensão, abdução e adução, rotação interna externa.
d) ( ) Dorsiflexão, abdução e adução, pronação e supinação.

5 A Cinesiologia utiliza muito as técnicas de movimentos em cadeia cinética aberta (CCA) e cadeia cinética fechada (CCF). Os movimentos como_____, _____, _____são considerados CCA, e os movimentos de CCF são os:_____, _____ e _____.

Assinale a alternativa CORRETA que preenche a citação acima:

a) ( ) barra fixa, levantar da cadeira, agachamento; chutar bola, abano de mão, elevação do tríceps com alteres.
b) ( ) barra fixa, chutar bola, abano de mão; levantar da cadeira, elevação do tríceps com alteres, agachamento.
c) ( ) abano de mão, chutar bola, elevação do tríceps com alteres; barra fixa, agachamento, levantar da cadeira.
d) ( ) agachamento, elevação do tríceps com alteres, abano de mão; chutar bola, levantar da cadeira, barra fixa.

6 São vários os planos, eixos e movimentos realizados pelas articulações da coluna vertebral, membros superiores e inferiores. Sobre essas distinções, associe os itens abaixo:

I – Plano Sagital
II – Plano Frontal
III – Plano Transversal

( ) Anterior e posterior, flexão lateral e anteroposterior.
( ) Superior e inferior, rotações e longitudinal.
( ) Direita e esquerda, flexão e extensão e laterolateral.

Agora, assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA:

a) ( ) I - II - III
b) ( ) II – III – I
c) ( ) III – II – I
d) ( ) I – III - II

7 Em relação à articulação do cóccix, assinale V para verdadeiro ou F para falso sobre as suas características:

( ) O cóccix é um osso idêntico ao osso do sacro, em formato esférico e muito maior.
( ) Possui 12 ossículos que se fundem no início da infância e formam os cornos coccígeos, processos transversos e articulares rudimentares.
( ) Realiza três movimentos: flexão, extensão e inclinação lateral, onde o movimento de flexão é executado com a ação muscular e os outros dois movimentos são executados pela ação de ligamentos.
( ) Atua como amortecedor quando o indivíduo passa da posição em pé para sentado, onde o osso do cóccix se desloca anteriormente.

8 A articulação glenoumeral é uma articulação sinovial tipo esferoide. Quanto a sua constituição, assinale a alternativa correta:

a) ( ) Tuberosidade da tíbia e fíbula.
b) ( ) Metacarpos e metatarsos.
c) ( ) Músculo liso cardiovascular.
d) ( ) Junção cabeça esférica do úmero e a cavidade glenoide da escápula.

9 No movimento de _____ do cotovelo ocorre uma _____ do antebraço em relação ao _____, tendo a posição anatômica como referência, no plano _____ o movimento de flexão aproxima a face _____ do antebraço e braço. Os músculos envolvidos são o bíceps braquial, _____ e _____. (KISNER; COLBY, 2005).

Assinale a alternativa com a sequência que preenche corretamente a citação acima:

a) ( ) extensão, aumento da angulação, pé, plano frontal, posterior, braquial e braquiorradial.
b) ( ) flexão, aumento da angulação, punho, plano transversal, anterior, braquial e braquiorradial.
c) ( ) flexão, diminuição da angulação, braço, plano sagital, anterior, braquial e braquiorradial.

d) ( ) extensão, diminuição da angulação, quadril, plano frontal, posterior braquial e braquiorradial.

10 Conforme seus estudos, o movimento do fêmur acontece quando a cabeça do fêmur desloca-se na direção contrária ao movimento normal do fêmur. Sobre esse aspecto, analise as seguintes sentenças:

O ângulo de inclinação envolve o eixo da cabeça e do colo femoral com o eixo da diáfise do fêmur, sendo normal um ângulo de 125º (KISNER; COLBY, 2005).

Para executá-lo

Os movimentos são: flexão posterior (com os ligamentos em estado de frouxidão), extensão anterior (ligamentos tensos), abdução inferior (ligamentos pubofemoral e isquiofemoral tensos), adução superior (ligamentos iliofemoral superior tenso e iliofemoral inferior relativamente tenso), rotação interna posterior (ligamento isquiofemoral tenso) e rotação externa anterior (ligamentos anteriores tensos) (KISNER; COLBY, 2005).

Assinale a alternativa CORRETA:

a) ( ) A primeira é uma afirmação verdadeira e a segunda, falsa.
b) ( ) As duas são verdadeiras, mas não tem relação entre si.
c) ( ) Ambas são falsas.
d) ( ) As duas são verdadeiras e a segunda é complemento e justificativa da primeira.

TÓPICO 2

ABORDAGENS SOBRE SISTEMAS MUSCULARES

1 INTRODUÇÃO

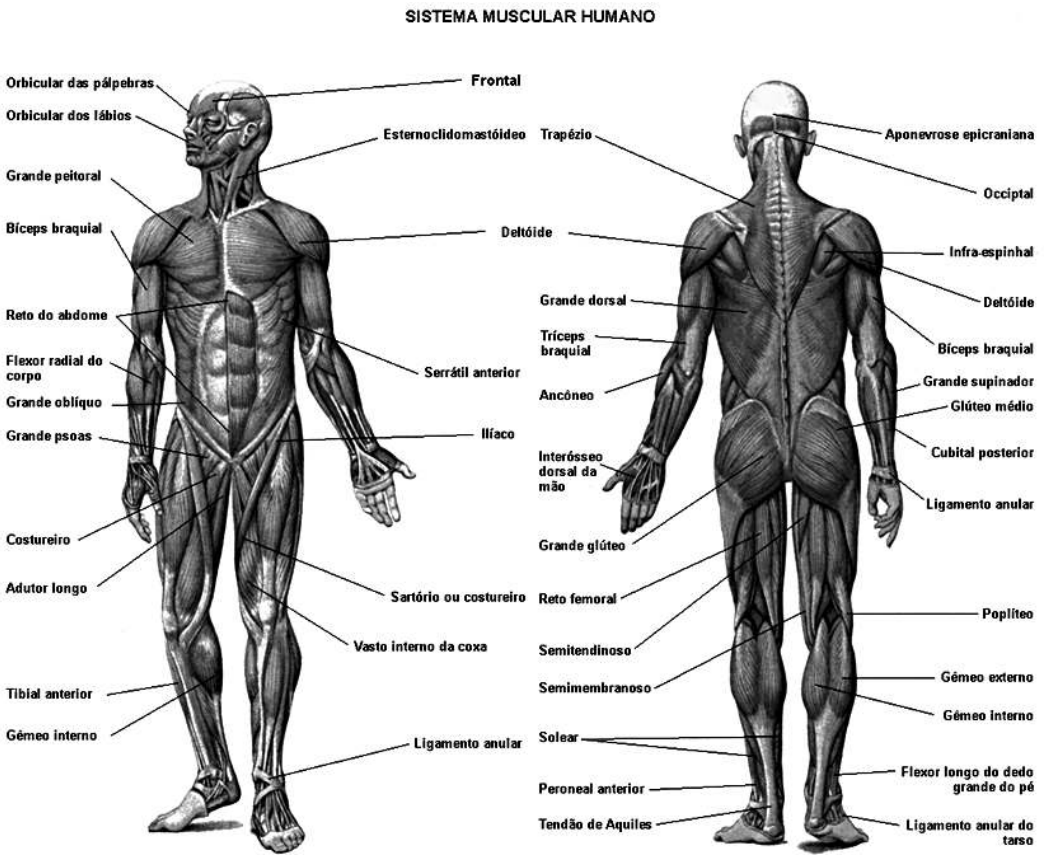
Neste tópico, nós aprofundaremos ainda mais nosso conhecimento sobre a Cinesiologia e você entenderá o que são fáscias e músculos, quais são suas estruturas, importância e funcionalidade para o movimento do corpo humano e como trabalhá-los no contexto escolar durante as aulas de Educação Física.

2 OS SISTEMAS MUSCULARES

Os movimentos do corpo humano são administrados por várias estruturas, e uma dessas estruturas é denominada músculos. Os músculos realizam diversas finalidades funcionais essenciais no gerenciamento dos movimentos de vida diária e no controle da postura ereta, interferindo diretamente nas capacidades práticas de cada ser humano (NEUMANN, 2011).

Os músculos, anatomicamente falando, são preenchimentos para a arquitetura óssea, constituindo uma complexa rede de fibras, feixes, fáscias, bainhas, bolsas sinoviais e tendões que formam um emaranhado de estruturas que entrelaçam entre si, e fixam-se nas articulações e ossos. Dão origem ao tecido muscular e ao sistema muscular (D'ANGELO; FANTINI, 2000).

FIGURA 98 - DEMONSTRAÇÃO DO SISTEMA MUSCULAR

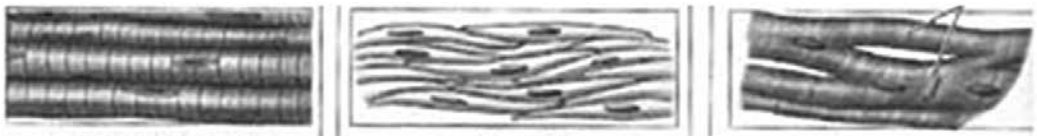


FONTE: Disponível em: <http://planetabiologia.com/wp-content/uploads/2014/12/Musculos-do-corpo-humano.gif>. Acesso em: 14 dez. 2015.

Os músculos possuem uma característica muito peculiar, são capazes de se contrair, ou seja, aumentar e diminuir de tamanho, ação essa que produz forças desequilibradas, possibilitando assim, o movimento. Possuem formas alongadas, curtas e largas, suas fibras podem ser retas, transversas, ou ainda, oblíquas (BEHNKE, 2003).

Essas estruturas, chamadas músculos, correspondem em torno de 50% do peso corporal. Os músculos possuem uma cor avermelhada por serem extremamente irrigados de sangue, e são distribuídos em três tipos: esquelético, cardíaco e liso. O esquelético e o cardíaco têm forma estriada, estrias transversais ou paralelas, formando as fibras filiformes (TORTORA, 2001).

FIGURA 99 - DEMONSTRAÇÃO DE MÚSCULO ESTRIADO (ESQUERDA), MÚSCULO LISO (CENTRO) E MÚSCULO CARDÍACO (DIREITA)



FONTE: Disponível em: <http://ulbra-to.br/morfologia/uploads/Sem-titulo_1.jpg>. Acesso em: 14 dez. 2015.

Como é de conhecimento, os músculos exercem funções de suma importância e entre elas, estão: gerar todos os movimentos do corpo, exemplo: mover-se livremente usando a marcha, sentar, levantar, correr. Nesses movimentos, uma função essencial é a regulação dos esfíncteres, os músculos que controlam o esvaziamento, a saída de conteúdos como urina e fezes. Agem como um veículo/transporte de substâncias internas, como o próprio alimento. São responsáveis pelo aquecimento corporal, na ação de contração muscular ocorre produção de calor, calor esse que faz a manutenção da temperatura corporal. E também, são os músculos que estabilizam as articulações e mantém a postura ereta em ação com a estrutura óssea (NEUMANN, 2011).

Os músculos possuem várias capacidades, como a de realizar tensão contrátil, contrair-se, e para tanto, têm a capacidade de serem estirados, alongados, possuem extensibilidade, juntamente com outra característica bem inerente que é a elasticidade, a qual possibilita que os músculos voltem ao seu comprimento inicial de repouso após um movimento (FIELD, 2001).

Os músculos estriados são formados por um ventre muscular, que constituído o corpo, centro do músculo, tem o tendão formado de tecido conjuntivo que liga o ventre muscular aos ossos e às articulações. Possuem uma membrana que envolve os grupos musculares chamada de aponeurose, além das bainhas tendíneas que desenvolvem vias de comunicação entre os ossos e os tendões, e as bolsas sinoviais que permitem o deslizamento muscular (PAULSEN; WASCHKE, 2013).

Já as estruturas denominadas fáscias musculares são lâminas ou uma espécie de faixa larga composta de tecido conjuntivo fibroso, ou uma extensão do tecido conjuntivo, que engloba os músculos e algumas outras estruturas do corpo humano. Atuam como um órgão acessório do sistema muscular, possibilitando que os músculos permaneçam em suas posições mesmo durante a ação do movimento, na contração. E ainda, as fáscias servem de meio de passagem para vasos sanguíneos e inervações (PAULSEN; WASCHKE, 2013).

Os músculos, durante a ação cinesiológica do movimento, são separados em grupos com funções distintas e agem como em uma força tarefa, em que cada grupo exerce sua função. Para tanto, foram estabelecidos nomes a essas classes musculares, são eles: os músculos agonistas, os músculos antagonistas, os músculos estabilizadores, os músculos neutralizadores e os músculos sinergistas (NEUMANN, 2011).

FIGURA 100 - FUNÇÕES MUSCULARES

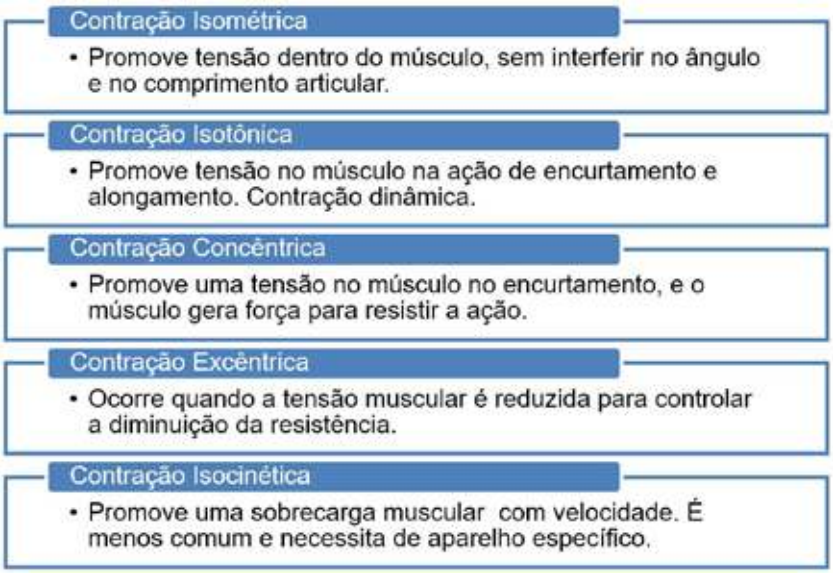
FIGURA 101 - FUNÇÕES MUSCULARES

FONTE: Neumann (2011)

FONTE: Neumann (2011)

As ações cinesiológicas dos músculos nos movimentos geram forças musculares, as quais são classificadas em alguns tipos: contração isométrica, contração isotônica, contração concêntrica, contração excêntrica e contração isocinética (NEUMANN, 2011).

FIGURA 102 - CONTRAÇÕES MUSCULARES



FONTE: Neumann (2011)

No estudo abaixo, você pode conferir a importância do alongamento e do aquecimento muscular para o desenvolvimento de práticas esportivas, destacando principalmente os benefícios, como a prevenção de lesões.

Princípios fisiológicos do aquecimento e alongamento muscular na atividade esportiva

FONTE: DI ALENCAR, T.A.M.; MATIAS, K.F.S. Princípios fisiológicos do aquecimento e alongamento muscular na atividade esportiva. **Ver. Bras. Med. Esporte**, v.16, n.3, p.230-234, 2010. Disponível em: <http://www.def.ufla.br/marcoantonio/wpcontent/uploads/2014/07/Princ%C3%ADpios-fisiol%C3%B3gicos-do-aquecimento-e-alongamento-muscular-na-atividade.doc.>. Acesso em: 15 dez. 2015.

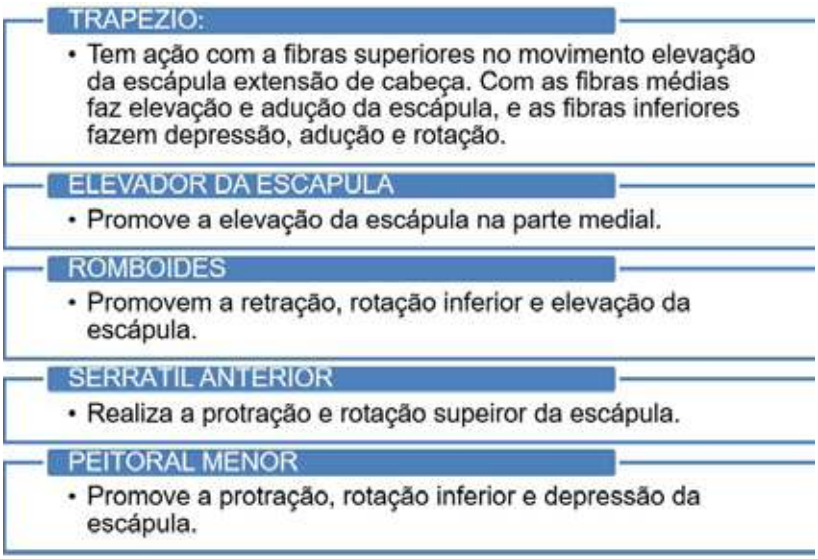
A partir de agora, vamos ter a oportunidade de conhecermos as ações cinesiológicas de alguns dos principais músculos de todos os segmentos do corpo humano que vimos até agora, de uma forma sucinta e direta para facilitar o aprendizado.

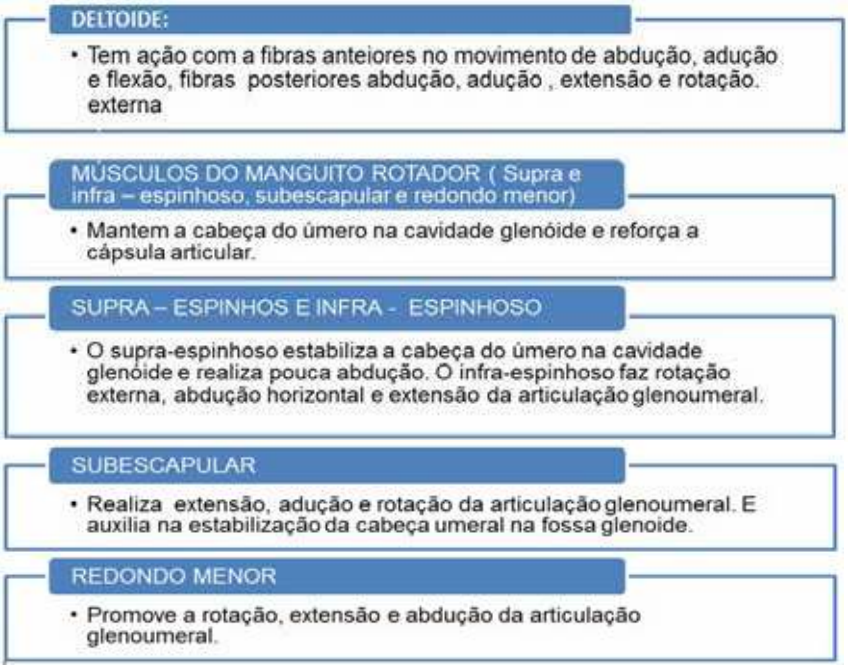
FIGURA 103 - AÇÕES MUSCULARES A

FONTE: Neumann (2011)

2.1 OMBROS

FIGURA 104 - AÇÕES MUSCULARES B





FONTE: Neumann (2011)

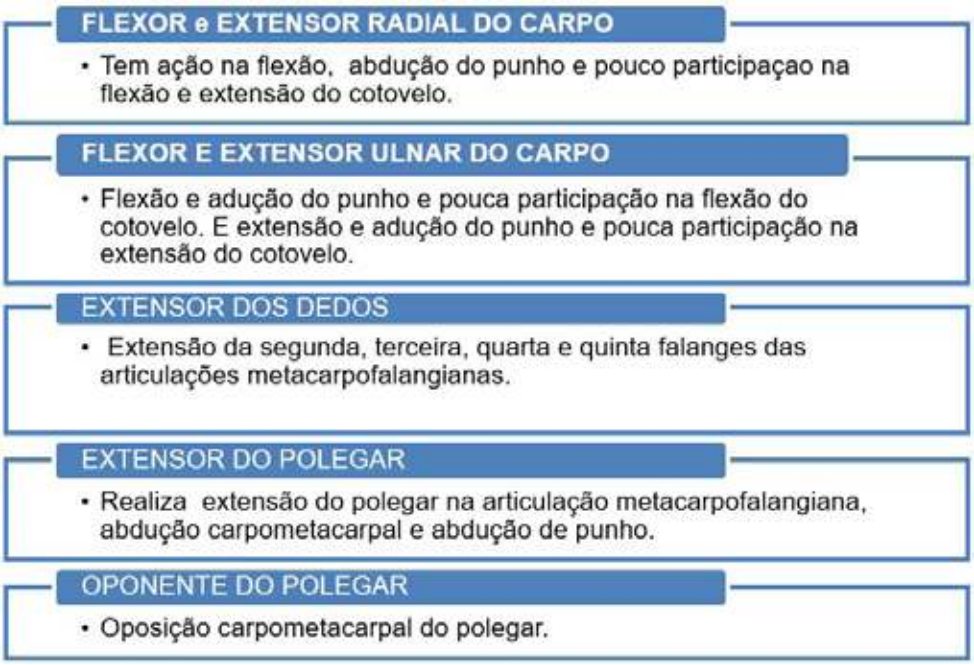
2.2 COTOVELOS

FIGURA 105 - AÇÕES MUSCULARES C

FONTE: Neumann (2011)

2.3 PUNHOS E MÃOS

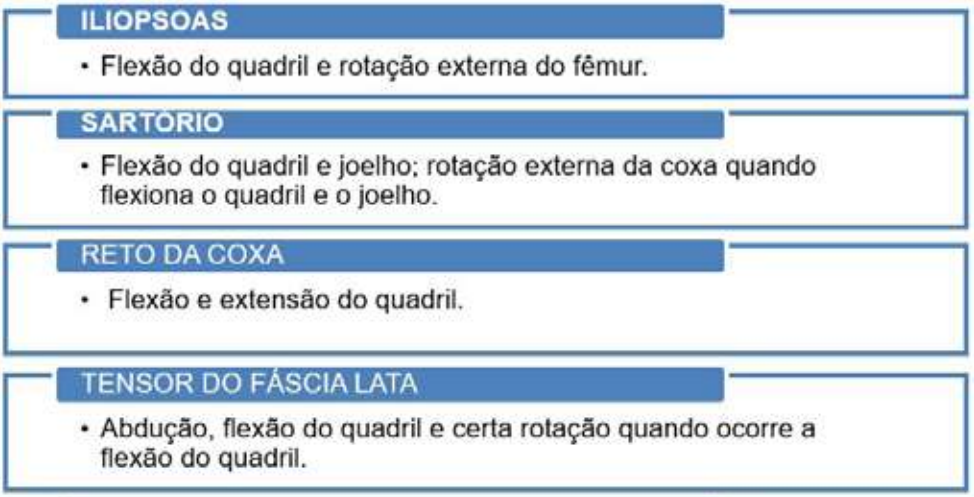
FIGURA 106 - AÇÕES MUSCULARES D

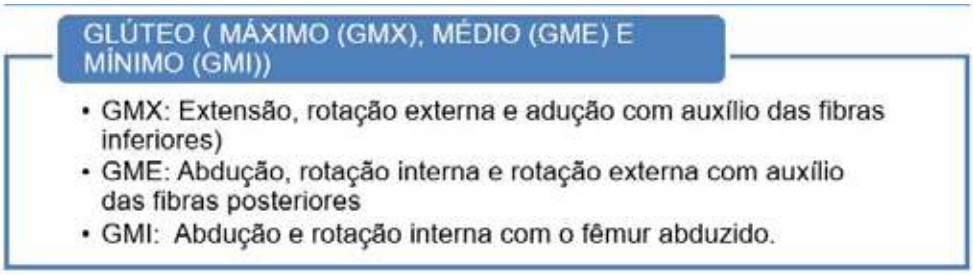


FONTE: Neumann (2011)

2.4 QUADRIL

FIGURA 107 - AÇÕES MUSCULARES E

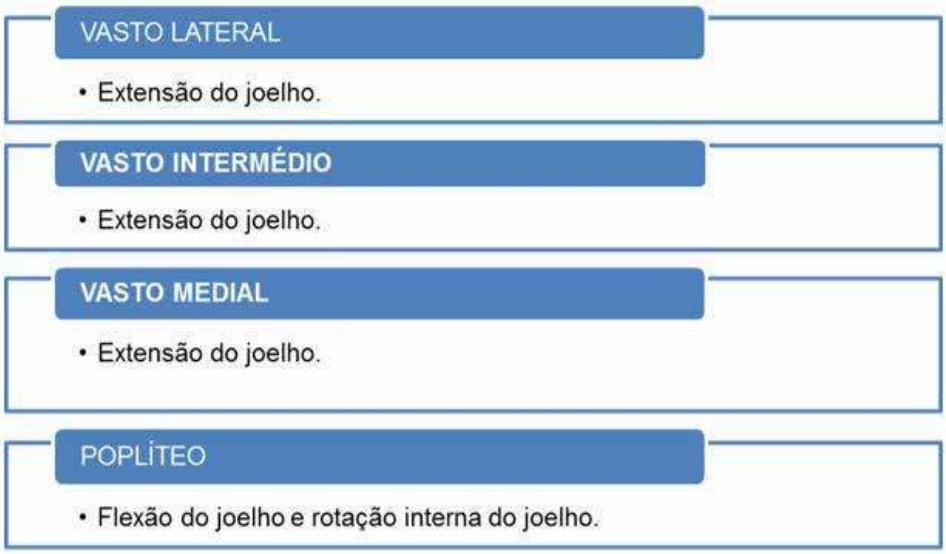




FONTE: Neumann (2011)

2.5 JOELHO

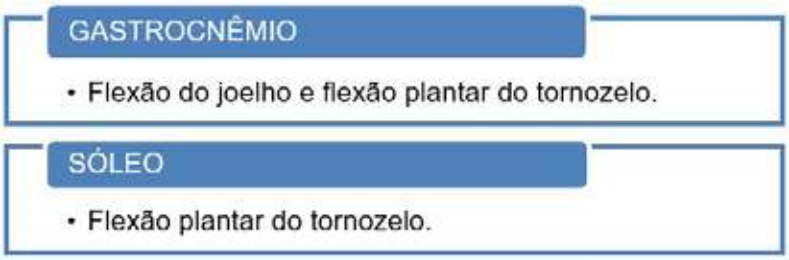
FIGURA 108 - AÇÕES MUSCULARES F



FONTE: Neumann (2011)

2.6 TORNOZELOS E PÉS

FIGURA 109 - AÇÕES MUSCULARES G



FONTE: Neumann (2011)

No artigo abaixo, você pode conferir um estudo das atividades corporais e qualidade de vida enquanto desafio da Educação Física atual nas escolas, tendo em vista que os conceitos da disciplina passaram por muitas transformações e a sociedade contemporânea imprime valores e necessidades questionáveis. Atualmente, o culto ao corpo se sobrepõe às necessidades de se praticar exercícios somente para combater o sedentarismo, no entanto, muitos adolescentes ainda passam muito tempo sem realizar atividades físicas dando à escola a incumbência de incentivar e formar jovens que compreendam o sentido das atividades físicas e da alimentação equilibrada, principalmente na fase de desenvolvimento. No *link*, você confere o artigo: **Atividades corporais e Qualidade de Vida: o desafio da Educação Física atual nas escolas**, na íntegra.

FONTE: ALVES, F.R. A. **Atividades corporais e Qualidade de Vida**: o desafio da Educação Física atual nas escolas. Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização em Educação – Universidade Federal do Paraná – 2012. 42.p. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2425/1/MD_EDUMTE_VI_2012_07.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2015.

ATIVIDADE PRÁTICA

Análise de movimentos funcionais

Objetivo: Identificar os movimentos da coluna lombar, membros superiores, membros inferiores e classificar os principais músculos e suas ações características.

Método: O professor solicita que a turma se divida em dois grupos, grupo I e grupo II. O grupo I inicia a atividade, os componentes são marcados com pontos (bolinhas de E.V.A) de identificação previamente elaborados. Ao comando do professor, que irá ordenar de três a cinco tipos de movimentos diferentes, o grupo I realiza os movimentos, e a cada sinal sonoro que o professor emitir, o grupo muda os movimentos solicitados. E, o grupo II, anota todas as ações e os principais músculos envolvidos na demonstração dos colegas. Depois, invertem as tarefas dos grupos, o grupo II realiza os movimentos e grupo I, faz as anotações. Em seguida, os dois grupos reúnem-se em uma mesa redonda para discutir o que cada grupo observou, entendeu e fixou, para discutirem as dificuldades (quais), os acertos e os erros. Para encerrar o professor resolve as dúvidas da turma.

Tempo de duração: de 45 a 60 minutos.

Material a ser utilizado: Folhas de E.V.A na cor vermelha para facilitar a visualização, esparadrapo para fixar as bolinhas nas articulações, aparelhos de percussão para fazer os diferentes sinais sonoros, papel e caneta.

Etapas: Abrir espaço na sala, dividir os grupos e fixar os pontos das articulações. Em seguida, estabelecer os movimentos a serem executados. Aplica-se as bolinhas nas articulações, e o outro grupo anota as ações e os músculos envolvidos. Depois, invertem as funções.

Após fazer a análise em conjunto, identificando os movimentos e músculos analisados, os grupos deverão:
1 – identificar quais movimentos cada articulação realizou;
2 – identificar os principais músculos acionados em cada movimento;
3 – discutir com o grande grupo e o professor as dificuldades, acertos e erros encontrados;
4 – fazer uma avaliação da atividade.

Caro acadêmico, a seguir, sugerimos uma leitura como complemento do nosso estudo, a qual aborda o movimento e a criança no contexto escolar, que vem de encontro com o que conversamos, e mostra um olhar sobre o assunto tendo como base os fundamentos de Piaget e Wallon.

LEITURA COMPLEMENTAR

Leia parte de uma entrevista com Isabel Porto Filgueiras, licenciada em Educação Física, mestre e doutora, concedida à revista Avisa lá sobre a criança e o movimento, uma leitura muito produtiva a respeito da importância do desenvolvimento da motricidade nas crianças em idade escolar, priorizando o trabalho com movimentos nas aulas de Educação Física.

Caso queira visualizar a entrevista completa, acesse o *link* disposto nas referências.

A Criança e o Movimento – Questões para pensar a prática pedagógica na Educação Infantil e no Ensino Fundamental

A compreensão do papel da motricidade no desenvolvimento e na vida da criança pode contribuir para que as Escolas de Educação Infantil e Ensino Fundamental organizem práticas educativas que incorporem essa dimensão nos processos de ensino e de aprendizagem.

Para falar sobre o assunto, a Avisa lá convidou a professora especialista Isabel Porto Filgueiras, professora de E.F. da rede municipal de São Paulo e da Escola Criarte, mestre em educação pela USP e coordenadora de projetos de formação de educadores.

Qual é a importância do movimento na vida da criança?
Filgueiras: O sujeito se constrói na interação com o meio, e o movimento é uma das formas que temos para interagir com esse meio. Pela exploração a criança vai construindo conhecimentos sobre as propriedades físicas dos objetos e inicia a compreensão de quais relações pode estabelecer com eles.
Aprende sobre seus limites; quando puxar, empurrar, chegar perto, se afastar etc. Através de ações motoras a criança também interage com a cultura, seja para dominar o uso dos diferentes objetos (instrumentos) que a espécie humana desenvolveu, seja para usufruir atividades lúdicas e de lazer, como jogos e brincadeiras, esportes, ginásticas, danças e artes marciais.
Pelo movimento a criança conhece mais sobre si mesma e sobre o outro, aprendendo a se relacionar. O movimento é parte integrante da construção da autonomia e identidade, uma vez que contribui para o domínio das habilidades motoras que a criança desenvolve ao longo da primeira infância.
Quando uma criança, por exemplo, quer falar de si, é comum que fale do que consegue fazer: "Eu já sei amarrar meu sapato", "Eu subo a escada sozinho". Saber quem ela é, o que consegue fazer, num primeiro momento, pode ser marcado pela gestualidade.

Quais são as características da motricidade infantil?
Filgueiras: Para conhecer a criança do ponto de vista de seu desenvolvimento motor é preciso buscar uma lente de observação, porque você pode interpretar um comportamento de várias maneiras, dependendo das lentes que usa. Isso

está relacionado à visão de mundo, de criança, das teorias de desenvolvimento e aprendizagem que temos.
No nosso caso, vamos considerar algumas referências que vêm da área de desenvolvimento e de alguns pensadores, em especial Wallon e Piaget.

Vamos começar por Piaget, como ele vê a motricidade infantil?
Filgueiras: Piaget foi quem nos despertou para a importância da motricidade. Na verdade, ele estava preocupado em estudar a gênese do pensamento humano, não em entender como a criança aprende o movimento ou qual é a importância disso. Mas para entender o desenvolvimento da inteligência ele observou a criança e percebeu que, desde que nasce ela já tem um tipo de inteligência, que é, ao contrário do que se pensava, anterior à linguagem.
Existe uma inteligência motora, que é prática, e que é a primeira que o ser humano desenvolve. Como isso acontece? A criança tem uma bagagem genética, que são os movimentos reflexos, e a partir do contato com o ambiente, naquilo que Piaget chama de reações circulares, ela vai construindo esse movimento intencional.
Então, até por volta dos 2 anos, mais ou menos, ela constrói essa inteligência sensório-motora, essa capacidade de perceber a intencionalidade e a consequência dos gestos, que são os recursos que ela tem para interagir com o meio.
Para ele, o desenvolvimento da inteligência é um processo contínuo de equilíbrio através de dois mecanismos: a assimilação, que é entendida como a integração do exterior às estruturas do indivíduo, e a acomodação, que é a transformação interior em função das variáveis exteriores. É por meio desses dois mecanismos que a criança desenvolve sua inteligência prática ou sensória motora, composta por diferentes esquemas de ação, que vão se aperfeiçoando, tornando-se mais variáveis e adaptáveis a diferentes situações.
Nessa perspectiva, é fundamental criar desafios para as crianças, propor situações que geram a necessidade de novas adaptações a partir, por exemplo, do uso de diferentes materiais, jogos, brincadeiras tradicionais etc.

Como Wallon vê o desenvolvimento da criança?
Wallon fala da afetividade e da socialização da criança. Para ele o movimento tem primeiro uma função expressiva. A interação entre o bebê e os adultos se dá por uma intensa troca afetiva comunicada por gestos e expressões faciais.
Mais tarde, o movimento passa a ter uma função instrumental: conhecer e explorar o mundo físico. O movimento passa a auxiliar o pensamento, inaugurando-se a dimensão cognitiva da atividade motora. A ação mental projeta-se em atos motores. O movimento também está relacionado à origem da representação, ele dá suporte à representação na medida em que torna presente um objeto ou cena imaginada por meio dos gestos que a criança utiliza para imitar.

"Mas essas crianças não param um minuto!" – Dizem os adultos ao observar a vivacidade infantil. Por que, afinal, é tão difícil para elas manterem-se paradas?
Filgueiras: Porque as crianças, sobretudo na fase da Educação Infantil, falam com o corpo! Por isso, por exemplo, na roda de conversa, as crianças gesticulam, se deitam, levantam, querem pegar coisas… Mas há também outro aspecto. Para responder a essa questão é importante ver como Wallon compreende o movimento.

Segundo ele, a atividade muscular possui duas funções intimamente relacionadas: a função tônica, que regula o grau de tensão dos músculos (tônus) e se relaciona ao controle e ajustamento postural, e a função cinética, responsável pelo controle do estiramento e encurtamento das fibras musculares em coordenação com os impulsos do sistema nervoso central, que produz o deslocamento do corpo ou de partes dele.

Em todos os movimentos que realizamos, estas funções estão presentes. Para chutar uma bola, correr ou jogar tênis, precisamos controlar nossa postura e, ao mesmo tempo, as cadeias musculares que vão executar o movimento.

Todo este processo de coordenação e controle do movimento envolve o indivíduo como um todo e demanda um incrível gasto energético. Até quando estamos sentados em uma determinada posição há um gasto energético.

Qualquer um de nós pode observar como é difícil permanecer na mesma posição por algumas horas e, no entanto, muitas vezes exigimos de nossos alunos este esforço e nem imaginamos quanta energia esta ação demanda e como é difícil permanecer sentado com um único foco de atenção.

O cansaço resultante do esforço em manter-se imóvel por muito tempo pode transformar-se em obstáculo às aprendizagens, ao contrário do que tradicionalmente se espera.

Para Wallon, existe uma relação entre a função postural e a aprendizagem da criança?

Filgueiras: Sim. A função postural dá sustentação à atividade cognitiva. Todos nós já pudemos observar como modificamos nosso tônus quando estamos com dificuldade de entender uma aula, compreender um texto ou resolver um problema.

Levantar da cadeira, mudar de posição, "dar um tempo" para o ajustamento postural pode contribuir para que nossa atividade intelectual volte a fluir. De certa forma, as variações tônicas desobstruem o fluxo mental e orientam nossa percepção.

Para a criança, esta relação de reciprocidade entre a atividade cognitiva e o controle do tônus é ainda mais relevante: ela aprende por meio da expressão corporal a experimentar desafios motores. Assim, a movimentação das crianças na sala de aula deve ser encarada como um recurso para aprendizagem e não um obstáculo. Um projeto educativo que considera a criança deve ter um olhar sobre a motricidade que não leve em conta apenas a função cinética do movimento, como tradicionalmente a educação física tem feito, mas também a função tônica e expressiva.

As variações de postura e posições do corpo, a possibilidade de movimentar-se pela sala, fazer experiências, expressar-se, podem permitir uma maior atenção e interesse na atividade que está sendo realizada.

Tradicionalmente a educação do movimento compreende apenas as aulas de educação física. Como você vê isso?

Filgueiras: Há uma tradição de ver o homem da perspectiva dicotômica. A escola não foge à essa regra. Em geral, separa corpo e mente como se o cérebro não fizesse parte do corpo, como se fosse possível matricular só a cabeça, deixando o

corpo do lado, de fora nas aulas de Educação Física ou no recreio.
Essa concepção de corpo aparece, ainda que não conscientemente, em toda a instituição. A organização da sala, as rotinas de tempo, a distribuição do lanche, as aulas de matemática, revelam como esse corpo é tratado.
Em geral é um corpo que atrapalha a aprendizagem e que precisa ser contido, por isso as crianças estão sentadas em fila, umas atrás das outras e não podem se movimentar sem autorização.
Dificilmente há a visão de que o corpo pode se expressar, circular pela sala, fazer ações diversas que facilitariam o modo de a pessoa ser e estar no mundo. O que se deseja é domesticar esse corpo ou que ele esteja realmente presente no processo de aprendizagem da criança?
As próprias regras da escola – quando se pode beber água, quando levantar da cadeira, quando começar a atividade, se pode ou não virar para o lado – agem sobre o corpo e podem inibir um envolvimento ativo do aluno com o conteúdo trabalhado. Insiste-se, por exemplo, para que as crianças se organizem sempre em fila. No entanto, aprender a andar pela escola sem ser dessa forma apresenta, do ponto de vista cognitivo, da aprendizagem de relacionamento e da autonomia, um desafio muito maior do que andar em fila.
Um projeto educativo que de fato considere o homem integral, não pensa uma só aula uma vez por semana, ocasião em que a criança terá a oportunidade de se movimentar. Ao contrário, dá espaço de movimento e expressão, assegura à liberdade de trabalhar em grupo, circular pela sala, sair da sala e todas as demais ações que permitem que as crianças se coloquem inteiras no mundo.
Superar esta dicotomia corpo/mente, fazer/compreender é um grande desafio do educador para humanizar tanto as aulas de educação física como o trabalho nas demais disciplinas.

Do que depende um bom desenvolvimento motor?
Filgueiras: O desenvolvimento motor ocorre, basicamente, por dois processos: o aumento da diversidade e da complexidade. O aumento da diversidade se dá pela possibilidade de a criança vivenciar um mesmo esquema de ação em diferentes contextos.
O aumento da complexidade envolve aprendizagem de novos movimentos a partir daqueles que a criança já domina e diversifica. Por exemplo: a criança aprende a andar diversificando esta ação em relação ao tempo, aos deslocamentos, às mudanças de direção; a partir deste andar ela desenvolve o correr e o correr diversificado, que depois pode ser combinado a outros movimentos como "quicar" uma bola, dando origem a um movimento mais complexo ainda, que é driblar a bola num jogo de basquetebol.
Para um bom desenvolvimento motor é preciso, então, garantir a diversificação dos movimentos e o aumento da complexidade, levando em consideração o desenvolvimento e a aprendizagem da criança num determinado momento. Mas é preciso superar a visão de que o desenvolvimento motor é um processo natural e progressivo que acontece sem a necessidade de um ambiente favorável à sua ocorrência.
Entendo que esses dois processos são indissociáveis. Vamos pensar um exemplo: somos herdeiros de uma evolução biológica que nos capacita para o andar ereto,

temos uma coluna vertebral e um aparelho locomotor para andar de um jeito que o chimpanzé não é capaz. Mas crianças que não têm experiências, que ficam isoladas do contato humano, não desenvolvem esse andar da melhor forma porque, embora o aparelho locomotor seja geneticamente constituído, o andar ereto é aprendido socialmente.
Isso acontece com todos os reflexos naturais, até o mais básico, que é mamar, e pressupõe uma aprendizagem cultural: como sugar, como se acomodar nos braços da mãe. As experiências que a criança tem é que empurram esse desenvolvimento. Não dá para dizer que uma criança por si mesma vai desenvolver a capacidade de quicar uma bola, por exemplo, embora todas tenham o potencial para aprender esse movimento.
O desenvolvimento de competências motoras ocorre pela relação dinâmica entre o biológico e o social. Por isso as experiências fornecidas à criança são tão importantes.

Por que é importante ampliar o repertório de movimentos das crianças?
Filgueiras: É preciso deixar de lado a ideia de que existem formas gestuais ideais, únicas, "certas" que a criança deve aprender. Uma característica singular do movimento humano é a necessidade de construir, ao mesmo tempo, consistência e variabilidade.
A consistência garante o encontro de coordenações motoras mais eficientes, construídas para que o sujeito apresente soluções eficientes frente aos desafios motores. Para aprender a andar, por exemplo, é preciso que a criança ganhe consistência em sua capacidade de controlar as relações de equilíbrio postural e as contrações musculares adequadas para realizar o movimento.
A consistência garante encontrar um caminho seguro e confiável para realizar o movimento. No entanto, estamos constantemente sendo desafiados pelas variações do ambiente. Os pisos que enfrentamos para caminhar são diferentes, podemos andar na subida e na descida, podemos andar sobre um caminho estreito, somos desafiados a caminhar em espaços lotados, com pessoas locomovendo-se em diferentes direções e velocidades, e é a variabilidade de nosso sistema motor que garante esta adaptabilidade e o desenvolvimento de esquemas de ação flexíveis.

Como conciliar as características do desenvolvimento infantil e a aprendizagem de novas habilidades?
Filgueiras: O sistema motor humano caracteriza-se pela capacidade de alcançar uma mesma ação por meio de diferentes movimentos, por isso não se deve insistir em ensinar à criança, principalmente no início do processo de aprendizagem, um gesto único tido como a técnica mais adequada para resolver aquele desafio.
O excesso de ênfase do educador na consistência dos movimentos através da repetição de gestos-modelo pode resultar na aprendizagem de movimentos estereotipados com pouca adaptabilidade. As atividades propostas às crianças, bem como os ambientes em que estão inseridas e materiais oferecidos, devem contemplar oportunidades para que ela ganhe consistência com variabilidade.
Podemos observar a busca pela variabilidade em toda atividade motora espontânea da criança: no escorregador, por exemplo, notamos que primeiro ela aprende a subir e descer de frente, sentada. Depois, começa a explorar este gesto

em diferentes posições, de frente, de costas, de cabeça para baixo, de mãos dadas com um amigo.
Mais importante do que buscar o jeito certo de arremessar uma bola no jogo, de derrubar latas, por exemplo, é estimular a criança a resolver este desafio de diferentes maneiras, de diferentes distâncias, com diferentes tipos de bolas. Essas ações colaboram para o desenvolvimento de um repertório motor que permita à criança escolher as respostas para os diferentes desafios, buscando soluções alternativas e criativas para os mesmos problemas.

Como o professor pode intervir para promover avanços nas aprendizagens ligadas ao movimento?
Filgueiras: Encorajar as crianças a explorar suas potencialidades de movimento, ao invés de fixar os "jeitos corretos", é o grande desafio de uma Educação Física que conhece o desenvolvimento motor. Isso não quer dizer que o professor não deva fornecer informações às crianças sobre os caminhos para encontrar melhores soluções, demonstrar movimentos que ele conhece ou chamar a atenção da criança para a maneira como um colega resolveu aquele desafio.

FONTE: Disponível em: <http://avisala.org.br/index.php/assunto/conhecendo-a-crianca/a-crianca-e-o-movimento-questoes-para-pensar-a-pratica-pedagogica-na-educacao-infantil-e-no-ensino-fundamental/>. Acesso em: 16 dez. 2015.

RESUMO DO TÓPICO 2

Neste tópico, você aprendeu:

- Abordagens sobre os sistemas musculares.
- Uma breve revisão dos músculos e suas complexas estruturas.
- Os tipos de músculos.
- As funções musculares.
- Os tipos de forças dos músculos.
- As ações cinesiológicas de alguns principais músculos nos segmentos corporais.

AUTOATIVIDADE

1 Os movimentos do corpo humano são administrados por várias estruturas, e uma dessas estruturas é denominada como músculos. Com base nesse conhecimento, assinale V para verdadeiro e F para falso sobre as informações a seguir:

( ) Os músculos realizam diversas finalidades funcionais, essenciais no gerenciamento dos movimentos de vida diária.
( ) Os músculos têm uma arquitetura complexa, forma e sustenta o esqueleto humano e não possuem nenhum grau de liberdade para movimentação.
( ) Auxiliam no controle da postura ereta, interferindo diretamente nas capacidades práticas de cada ser humano.
( ) Os movimentos de rotações dos músculos não acontecem em nenhum eixo plano.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta:

a) ( ) F, F, F, V
b) ( ) F, V, F, F
c) ( ) V, F, V, F
d) ( ) F, V, V, F

2 Anatomicamente, os músculos são preenchimentos para a arquitetura óssea. Assinale a alternativa CORRETA:

a) ( ) Os movimentos musculares são todos realizados nos corpos vertebrais e não ocorrem nas articulações.
b) ( ) A articulação subescapular se articula nos corpos vertebrais do quadril, exercendo perfeita junção para realização do movimento de marcha.
c) ( ) Essas estruturas chamadas músculos correspondem em torno de 75% do peso corporal, e localizam-se especificamente na região cervical.
d) ( ) Constituem uma complexa rede de fibras, feixes, fáscias, bainhas, bolsas sinoviais e tendões que formam um emaranhado de estruturas que se entrelaçam entre si, e fixam-se nas articulações e ossos, dando origem ao tecido muscular.

3 Como é de conhecimento, os músculos exercem funções de suma importância e, entre elas, geraram todos os movimentos do corpo. Exemplos: mover-se livremente usando a marcha, sentar, levantar, correr (NEUMANN, 2011).

Analise as sentenças:

O sistema muscular é essencial para a arquitetura óssea.

PORQUE

Realiza a regulação dos esfíncteres, os músculos controlam o esvaziamento, a saída de conteúdos como urina e fezes. Age como um veículo/transporte de substâncias internas, como o próprio alimento. É responsável pelo aquecimento corporal, na ação de contração muscular ocorre produção de calor, calor esse que faz a manutenção da temperatura corporal. E também, é nos músculos que se estabilizam as articulações e mantém a postura ereta, em ação com a estrutura óssea (NEUMANN, 2011).

Assinale a alternativa CORRETA:

a) ( ) A primeira afirmação está correta e a segunda é completamente o oposto da primeira.
b) ( ) A primeira e a segunda afirmações são verdadeiras e uma complementa a outra.
c) ( ) As duas são verdadeiras, mas não têm relação uma com a outra, são assuntos distintos.
d) ( ) Ambas são falsas.

4 Os músculos estriados são formados por ventres musculares, que são constituídos de certas estruturas. Quais são elas?

a) ( ) Somente em centro muscular com tendão formado de tecido conjuntivo.
b) ( ) Somente na extremidade muscular com tendão formado de tecido adiposo.
c) ( ) Somente em centro muscular com tendão formado de tecido fibroso.
d) ( ) Somente na extremidade muscular com tendão formado de tecido cardíaco.

5 As estruturas denominadas _____ são lâminas ou uma espécie de faixa larga composta de tecido _____, ou uma extensão do tecido conjuntivo, que engloba os músculos e algumas outras estruturas do corpo humano. Atua como um órgão _____ do sistema muscular possibilita que os _____ permaneçam em suas posições mesmo durante a ação do movimento, na contração (SOBOTTA, 2013).

Assinale a alternativa CORRETA que preenche a citação:

a) ( ) Inervações, adiposo, principal, ligamento.
b) ( ) Conjuntivo, sarcomero, coadjuvante, tendão.
c) ( ) Veias e artérias, fibroso, acessório, capsulas.
d) ( ) Fáscias musculares, conjuntivo fibroso, acessório, músculos.

6 Os músculos, durante a ação cinesiológica do movimento, são separados em grupos com funções distintas e agem como em uma força tarefa, em que cada grupo exerce sua função. Sobre essas distinções, associe os itens a seguir:

I – Músculos agonistas
II – Músculos antagonistas
III – Músculos estabilizadores
IV - Músculos neutralizadores
V - Músculos sinergistas

( ) Envolvem a articulação, estabilizam o movimento, fazem força para movimentar.
( ) Localiza-se opostamente à articulação agonista, músculos contralaterais, equilibram o movimento.
( ) Motores principais, contração concêntrica e movimentação no plano de ação.
( ) Músculos guias, movimentos refinados, eliminam movimentos indesejados.
( ) Previnem movimentos indesejados, equilibram ações especificas de outros músculos, neutralizam o movimento.

7 As ações cinesiológicas dos músculos nos movimentos geram forças musculares que são classificadas em tipos. Assinale V para verdadeiro ou F para falso sobre as suas características:

( ) A contração isométrica promove tensão dentro do músculo, sem interferir no ângulo e no comprimento articular.
( ) A contração isotônica promove uma tensão no músculo encurtando-o e gerando força para resistir à ação.
( ) A contração concêntrica promove tensão no músculo no encurtamento e alongamento, contração dinâmica.
( ) A contração excêntrica ocorre quando a tensão muscular é reduzida para controlar a diminuição da resistência.
( ) A contração isocinética promove uma sobrecarga muscular sem velocidaade. É menos comum e necessita de aparelho específico.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA:

a) ( ) V-F-F-V-F
b) ( ) V-F-F-F-V
c) ( ) V-F-V-V-V
d) ( ) F-F-F-V-V

8 São alguns dos músculos principais da coluna vertebral, EXCETO:

a) ( ) Trapézio, elevador da escápula, romboides e serrátil anterior.
b) ( ) Esternocleidomastóideo, esplênios, sacroespinhais e quadrado lombar.
c) ( ) Peitoral menor, supra e infraespinhoso.
d) ( ) Bíceps, braquial, braquiorradial, tríceps.

9 Alguns dos principais músculos dos punhos e das mãos são _____ e _____, _____ e _____.

Assinale a alternativa CORRETA que preenche a citação anterior:

a) ( ) flexor e extensor radial do tarso; flexor e extensor ulnar do tarso.
b) ( ) flexor e extensor radial do joelho; flexor e extensor da ulna.
c) ( ) flexor e extensor radial do carpo; flexor e extensor ulnar.
d) ( ) flexor e extensor do hálux; flexor e extensor do gastrocnêmio.

10 O músculo glúteo é composto por três segmentos principais. Sobre esses segmentos, associe os itens abaixo:

I – Glúteo máximo
II – Glúteo médio
III – Glúteo mínimo

( ) Abdução e rotação interna com o fêmur abduzido.
( ) Extensão, rotação externa e adução, com auxílio das fibras inferiores.
( ) Abdução e rotação interna e externa, com auxílio das fibras posteriores.

a) ( ) I - II – III
b) ( ) II – III – I
c) ( ) III – II – I
d) ( ) III – I – II

UNIDADE 3

BIOMECÂNICA APLICADA AO MOVIMENTO HUMANO

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

A partir desta unidade você será capaz de:

- conhecer as valências físicas dentro do contexto biomecânico;
- estudar as Leis de Newton e entender as perspectivas teóricas de força, torque, aceleração e desaceleração, deslocamento e distância, equilíbrio, centro de gravidade e sistema de alavancas que fundamentam essas leis;
- aprimorar o conhecimento relacionado à análise biomecânica em diferentes movimentos corporais e modalidades do esporte.

PLANO DE ESTUDOS

Esta unidade está dividida em dois tópicos. Em cada um deles você encontrará atividades que o ajudarão a fixar os conhecimentos abordados.

TÓPICO 1 – PRINCÍPIOS BÁSICOS DA BIOMECÂNICA

TÓPICO 2 – BIOMECÂNICA VOLTADA À ANÁLISE DO MOVIMENTO HUMANO

TÓPICO 1

PRINCÍPIOS BÁSICOS DA BIOMECÂNICA

1 INTRODUÇÃO

Neste tópico, você vai ver que os fundamentos básicos da biomecânica estão inseridos dentro do contexto escolar, fazem parte como conteúdos e elementos fundamentais para serem trabalhados na Educação Física escolar. Ainda, vai conhecer as leis dos movimentos, como aceleração e desaceleração, força e torque, equilíbrio, centro de gravidade, velocidade e distância, sistema de alavancas e as valências física na água.

2 LEIS DE NEWTON (1ª e 2ª)

Para entendermos os princípios básicos da biomecânica, ciência que analisa os diferentes movimentos do corpo humano (utilizando métodos de medição pela cinemetria, dinamometria, eletromiografia e antropometria, como já vimos na Unidade 1), é necessário que se faça uma rápida revisão a respeito das Leis de Newton, as quais fundamentam todo esse conteúdo (AMADIO, 1999).

As Leis de Newton foram descobertas por um cientista com várias especialidades nas áreas da matemática, química, física e mecânica, chamado Isaac Newton. Ele conseguiu esclarecer o que ocorre no movimento humano, quais as forças envolvidas e a forma com que essas forças se comportam. Além de explicar, ele classificou em três tipos distintos, os quais serviram como fundamentos, explicações e entendimento de várias ciências, como é o caso da biomecânica (HAMIL; KNUDZEN, 2008).

2.1 LEIS DE NEWTON

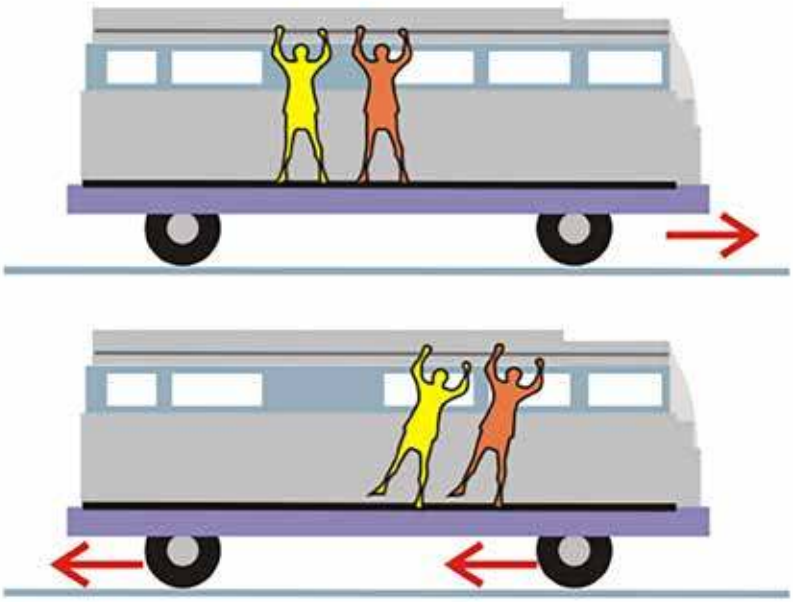
As leis de Newton estudadas e descobertas pelo próprio Newton, as quais levam seu nome como homenagem pelo seu feito, são as mesmas leis que regem o movimento: Inércia, Força e Ação e Reação (MIRANDA, 2000).

2.1.1 Primeira Lei de Newton

Denominada Lei da Inércia, está pautada no estado de repouso ou movimento do corpo. O corpo pode permanecer em repouso ou continuar seu movimento retilíneo com velocidade constante, a menos que a esse corpo seja empregado força. É a resistência ao movimento ou à mudança de movimento (BALOLA, 2010).

Ao entendermos sobre a inércia, podemos aplicar este conceito a um movimento linear, que é um movimento em que todos os pontos do corpo estão se movendo na mesma distância ou direção, ao mesmo tempo, movimento de translação, onde a inércia é igual à massa. Diferentemente, o movimento angular acontece quando pontos do corpo se movem em linhas circulares ao redor de um eixo, onde a inércia depende da massa e de sua distância no eixo de rotação ($I=mr^2$) (CORRÊA; FREIRE, 2004).

FIGURA 110 - DEMONSTRAÇÃO DA PRIMEIRA LEI DE NEWTON - INÉRCIA



FONTE: Disponível em: <http://3.bp.blogspot.com/-TXzrkYwkWCk/TjbtBhwygYI/AAAAAAAAaOg/XWQ-n6iEehU/s1600/onbis1.PNG>. Acesso em: 18 dez. 2015.

Podemos identifcar a inércia, mantenedora dos movimentos cinéticos, estudados na cinesiologia, juntamente com a massa (matéria), peso (centro de gravidade), pressão, volume (largura, altura e profundidade), densidade (peso=massa/volume), peso específico (% de gordura), torque (momento da força) e impluso (força x tempo) (BALOLA, 2010).

No artigo sugerido aqui é possível aprofundar-se mais sobre a Primeira Lei de Newton. Este estudo analisa a inclusão do termo inércia no exercício aeróbico, num modelo de velocidade crítico aplicado ao esporte da canoagem.
Assim, caro acadêmico, você compreenderá o conceito de inércia aplicado diretamente no esporte.

O texto está no *link*: <http://eduem.uem.br/ojs/index.php/RevEducFis/article/viewFile/3398/2430>.
NAKAMURA, F. Y et al. Inclusão do termo de "Inércia" aeróbica no modelo de velocidade crítica aplicado a canoagem. **Rev. Ed. Física/UEM**, v.16, n.1, p.13-19, 2005.

2.1.2 Segunda Lei de Newton

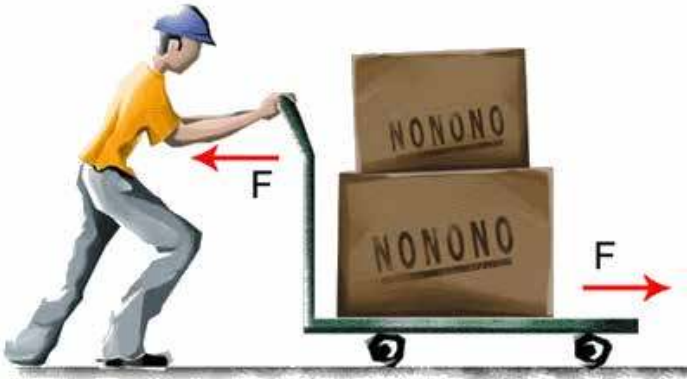
Também denominada de Lei da Força, acontece quando uma aceleração de um corpo está diretamente equilibrada com a força resultante que atua sobre o mesmo. É quando ocorre uma mudança na velocidade do objeto com uma força aplicada sobre ele, ou seja, a consequência da força sobre o corpo desencadeia uma aceleração das quais a direção e o sentido serão os mesmos atribuídos da força inicial (CORRÊA; FREIRE, 2004).

A teoria da segunda Lei de Newton nos permite entender que se a força resultante sobre um corpo for mais que zero, isso acarretará em uma alteração no estado de movimento do corpo, produzindo deslocamento, gerado pela força (CORRÊA; FREIRE, 2004).

$$\text{Força} = \frac{\text{massa} \times \text{comprimento}}{\text{tempo}^2}.$$

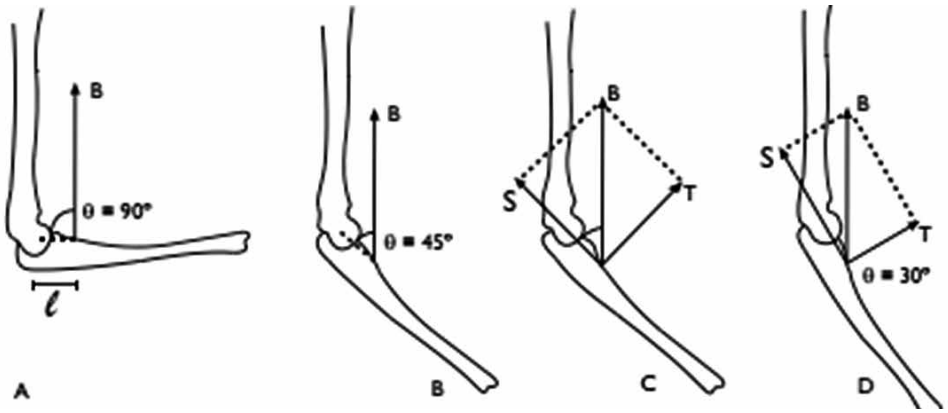
A Segunda Lei de Newton determina que quanto maior for a força, maior será a aceleração do corpo, e quanto maior for a massa desse corpo, menor será a aceleração (PRUDÊNCIO et al., 2013).

FIGURA 111 - DEMONSTRAÇÃO DA SEGUNDA LEI DE NEWTON – FORÇA



FONTE: Disponível em: <http://cepa.if.usp.br/e-fisica/imagens/mecanica/universitario/cap10/terceiralei10.gif>. Acesso em: 18 dez. 2015.

FIGURA 112 - DEMONSTRAÇÃO DA SEGUNDA LEI DE NEWTON – A FORÇA ESTÁ NA ROTAÇÃO DA ARTICULAÇÃO DO COTOVELO



Fonte: Williams e Lissner (1977)

No artigo sugerido aqui é possível aprofundar-se mais sobre a Segunda Lei de Newton, este estudo analisa a física e mecânica no esporte, os movimentos humanos a partir do conceito do centro de massa, e a força gerada para tais movimentos dentro do esporte. Assim, caro acadêmico, você compreenderá o conceito de força, pela Segunda Lei de Newton aplicada diretamente no esporte.

O texto está no *link*: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v35n3/a01v35n3.pdf>.
MICHA, D.N.; FERREIRA, M. Física no esporte – Parte 1: Saltos coletivos. Uma motivação para o estudo da mecânica através da análise dos movimentos do corpo humano a partir do conceito de centro de massa. **Rev. Bras. Ensino de Física**, v.35, n.3, p. 3301-3304, 2013.

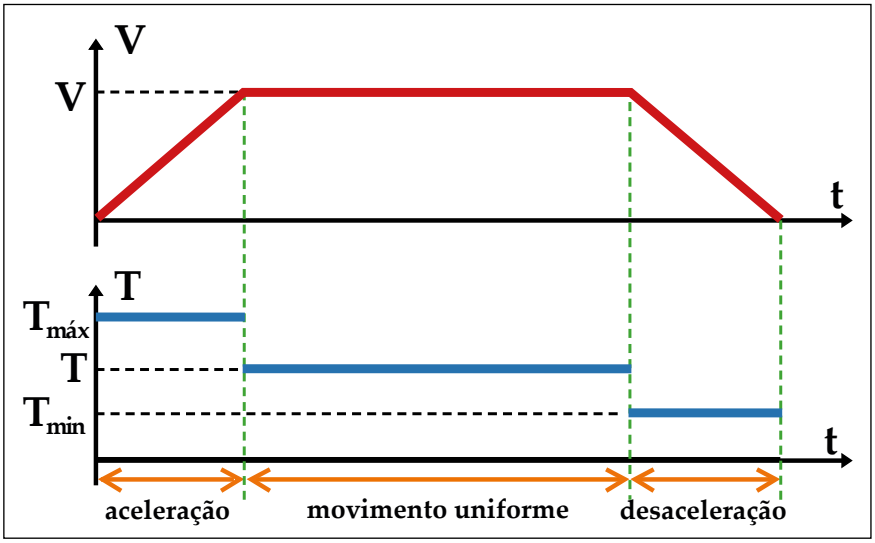
Para entendermos melhor esta Segunda Lei de Newton, vamos conhecer alguns conceitos básicos: aceleração e desaceleração.

3 ACELERAÇÃO E DESACELERAÇÃO

A aceleração de um corpo é a razão na qual a sua velocidade varia com o tempo. É a informação transmitida ao corpo para que aumente a velocidade e a movimentação aconteça mais rápida. É quando ocorre a variação da velocidade durante certo intervalo de tempo. Exemplo: observar a variação da velocidade do atleta nos diferentes trechos de uma corrida (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008). É a taxa de variação na velocidade em relação ao tempo, é uma grandeza vetorial de dimensão comprimento/tempo², é medida em metro por segundo quadrado, e é identificada em três tipos, nula (zero), positiva (aumenta) e negativa (diminui) (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008).

Desaceleração, é quando a aceleração faz diminuição da velocidade, a aceleração torna-se negativa. Exemplo: Quando um atleta reduz sua velocidade, diz-se que ele desacelerou (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008).

FIGURA 113 - DEMONSTRAÇÃO DOS MOVIMENTOS ACELERAÇÃO E DESACELERAÇÃO



FONTE: Disponível em: <http://fisicamoderna.blog.uol.com.br/images/resgate_chile_grafico.jpg>. Acesso em: 18 dez. 2015.

Assistindo ao vídeo indicado, você irá entender os movimentos de aceleração e desaceleração:

Acesse o endereço a seguir e veja um treinamento com circuito completo que demonstra vários tipos de movimentos, assim, você poderá identificar a aceleração e desaceleração:

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XetNWl5Vlv8>. Acesso em: 18 dez. 2015.

No estudo sugerido aqui é possível aprofundar-se mais sobre os conceitos de aceleração e desaceleração, bem como, experienciar na prática como funcionam essas valências físicas.

O texto está no *link:* <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/111064/000791898.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

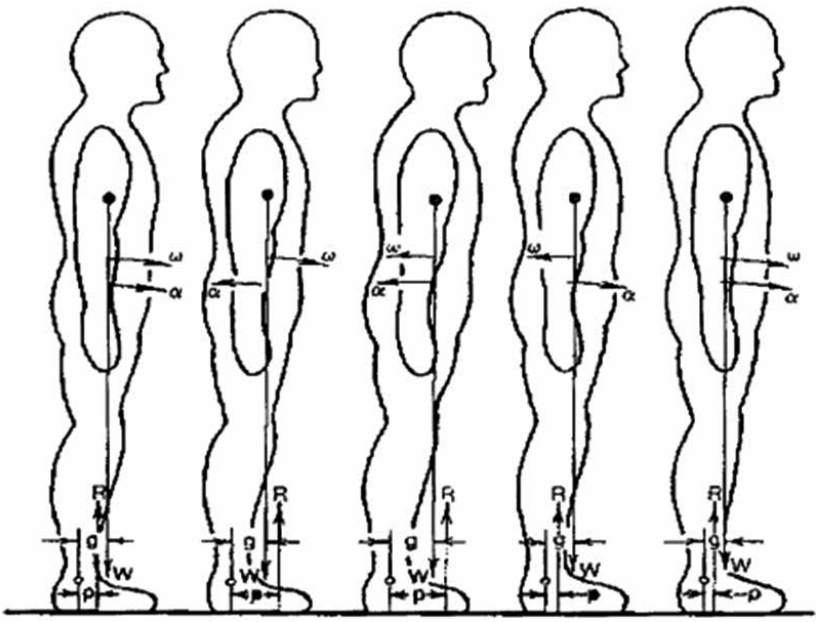
COSTA, G.L. Análise de equilíbrio corporal submetido a esforços de aceleração e desaceleração na direção antero-posterior: estudo transversal. Dissertação. Mestrado. Faculdade de Guaratinguetá, 2014.

4 CENTRO DE GRAVIDADE

Corresponde ao centro de forças gravitacionais de todos os segmentos do corpo atuando sobre todas elas, procurando equilibrá-las e estabilizá-las. É um ponto de aplicação de força que representa o peso corporal (MIRANDA, 2000).

Representa também uma mensuração do deslocamento, que independe de aceleração ou da velocidade. O centro de gravidade é uma maneira de mensuração do balanço corporal, localizado mais ou menos na região do umbigo. Para saber o local específico é necessário realizar uma avaliação para calculá-lo (COSTA, 2014).

FIGURA 114 - DEMONSTRAÇÃO DO CENTRO DE GRAVIDADE



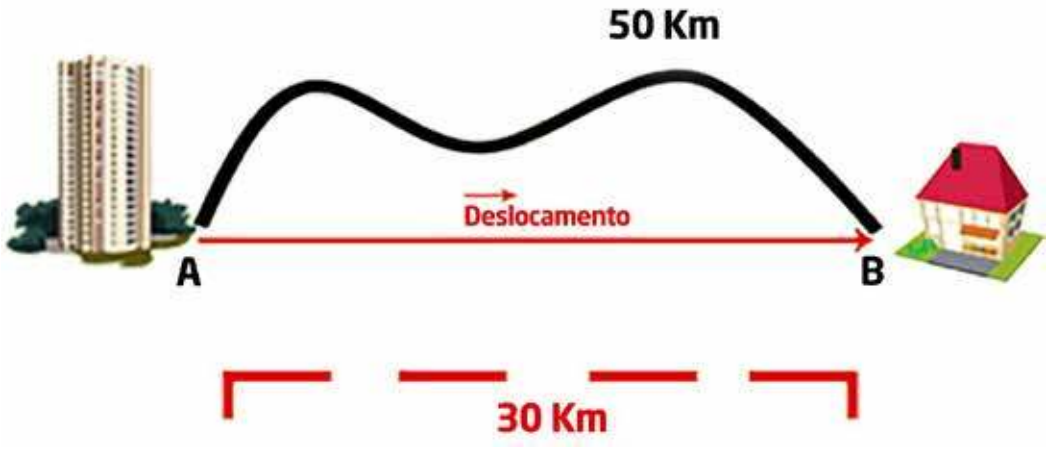
FONTE: Winter (1990)

5 DESLOCAMENTO E DISTÂNCIA

Deslocamento é definido como o mover de um corpo, medindo em uma linha reta a diferença entre o ponto de partida e o ponto de chegada. Para calcular o deslocamento devemos conhecer a trajetória do percurso para poder definir a diferença (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008).

Deslocamento = ponto final – ponto inicial

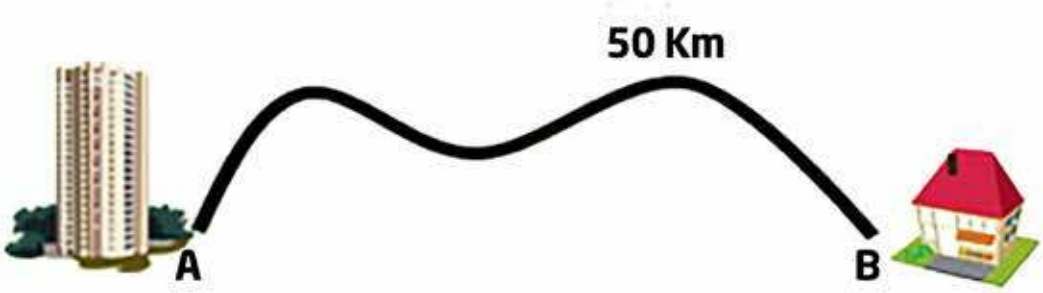
FIGURA 115 - DEMONSTRAÇÃO DE DESLOCAMENTO



FONTE: Disponível em: <http://www.aulas-fisica-quimica.com/7f_07.html>. Acesso em: 18 dez. 2015.

Significa dizer que a distância percorrida pelo corpo em sua movimentação é mensurada pela sua trajetória, é uma grandeza que mede o percurso entre dois pontos: A até B (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008).

FIGURA 116 - DEMONSTRAÇÃO DE DESLOCAMENTO



FONTE: Disponível em: <http://www.aulas-fisica-quimica.com/7f_07.html>. Acesso em: 18 dez. 2015.

Acesse o artigo e conheça mais sobre os deslocamentos e distâncias durante uma partida de futsal.

FONTE: SOARES, B.; TOURINHO FILHO, H. Análise da distância e intensidade dos deslocamentos numa partida de futsal, nas diferentes posições de jogo. **Rev. Bras. de Ed. Fís**., v.20, n.2, p.93-101, 2006.

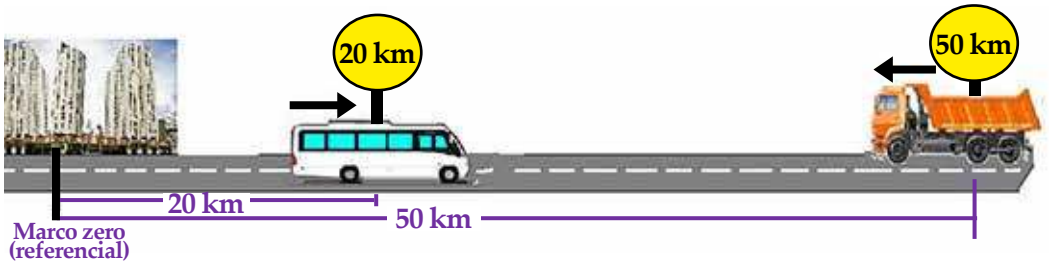
Disponível em: http://www.revistas.usp.br/rbefe/article/view/16617/18330>. Acesso em: 18 dez. 201

6 VELOCIDADE (MÉDIA, INSTANTÂNEA E MOTORA)

Dentro dos conceitos da física, velocidade está inserida na cinemática. A velocidade é representada pela relação entre o deslocamento de um corpo em determinado tempo, é a grandeza vetorial que mede a rapidez com que um corpo se desloca (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008).

É expressa em módulo, m/s (metros por segundo) e Km/h (quilômetro por hora) com valor numérico, uma direção, um sentido. No Sistema Internacional, a unidade padrão de velocidade é m/s, e quando houver o caso, é preciso fazer a conversão de Km/h para m/s. É também dividida em velocidade média e velocidade instantânea (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008).

FIGURA 117 - DEMONSTRAÇÃO DE VELOCIDADE



FONTE: Disponível em: <http://fisicaevestibular.com.br/images/cinematica2/image008.jpg>. Acesso em: 18 dez. 2015.

- Velocidade Média: é identificada pela rapidez de um objeto em um intervalo de tempo médio. Velocidade média é a divisão do intervalo de deslocamento (posição final menos a posição inicial) pelo intervalo de tempo (tempo final menos tempo inicial) (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008).

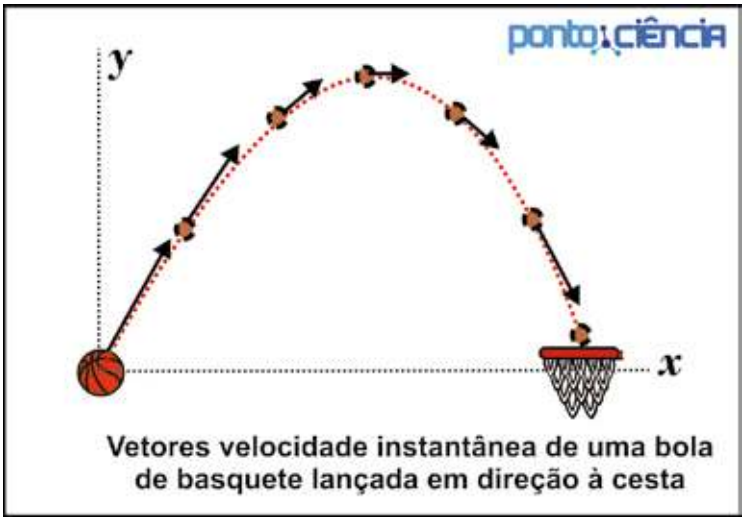
Exemplo de Velocidade Média:

Supomos que um automóvel que se desloca de Florianópolis/SC para Porto Alegre/RS, sabendo que a distância entre as duas cidades é de 465 Km e que o percurso iniciou às cinco horas e terminou ao meio dia, como saberei a velocidade média do automóvel durante a viagem?
Para resolvermos este problema teremos que diminuir a posição final pela posição inicial para conhecermos o tanto do deslocamento, que foi de 465/km, em seguida calcular o intervalo de tempo, diminuindo o tempo final pelo inicial, que foi de 7h, sabendo disto, agora descobriremos a velocidade média da viagem.
Para tanto precisamos dividir o deslocamento pelo tempo, que deu 66,42 Km/h, e para sabermos a velocidade em média em m/s dividimos por 3,6 e o resultado da velocidade média da viagem será de: **66,42 k/m** / 3,6 = **18,45 m/s**.

FONTE: Disponível em: <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/Cinematica/velocidade.php>. Acesso em: 18 dez. 2015.

- Velocidade Instantânea: é a velocidade exata que o indivíduo observa no velocímetro, é a velocidade do momento de percepção. Para obter-se a velocidade instantânea de um automóvel precisamos considerar que o intervalo de tempo é muito pequeno, chega perto de zero (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008).

FIGURA 118 - DEMONSTRAÇÃO DE VELOCIDADE INSTANTÂNEA



FONTE: Disponível em: <http://pontociencia.org.br/galeria/content/Fisica/Mecanica/Vetor%20Veloc%20Instantanea_Bola%20de%20basquete.jpg>. Acesso em: 18 dez. 2015.

Acesse o endereço a seguir e veja a diferenciação entre as velocidades média e instantânea.
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BOb8VZ3fDws>. Acesso em: 18 dez. 2015.

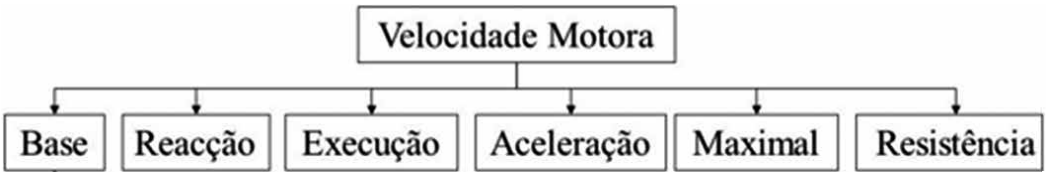
Até agora tivemos uma noção dos conceitos de velocidade na área da física, e como estamos estudando o mundo da cinesiologia e biomecânica, a seguir, desvendaremos como funciona a velocidade no sistema musculoesquelético do corpo humano.

Velocidade Motora

No que diz respeito à velocidade musculoesquelética, Weineck (1991, p. 210) a define como "a capacidade, com base na mobilidade dos processos do sistema nervo-músculo, de desenvolver força muscular, de completar ações motoras, em determinadas condições, no mesmo tempo".

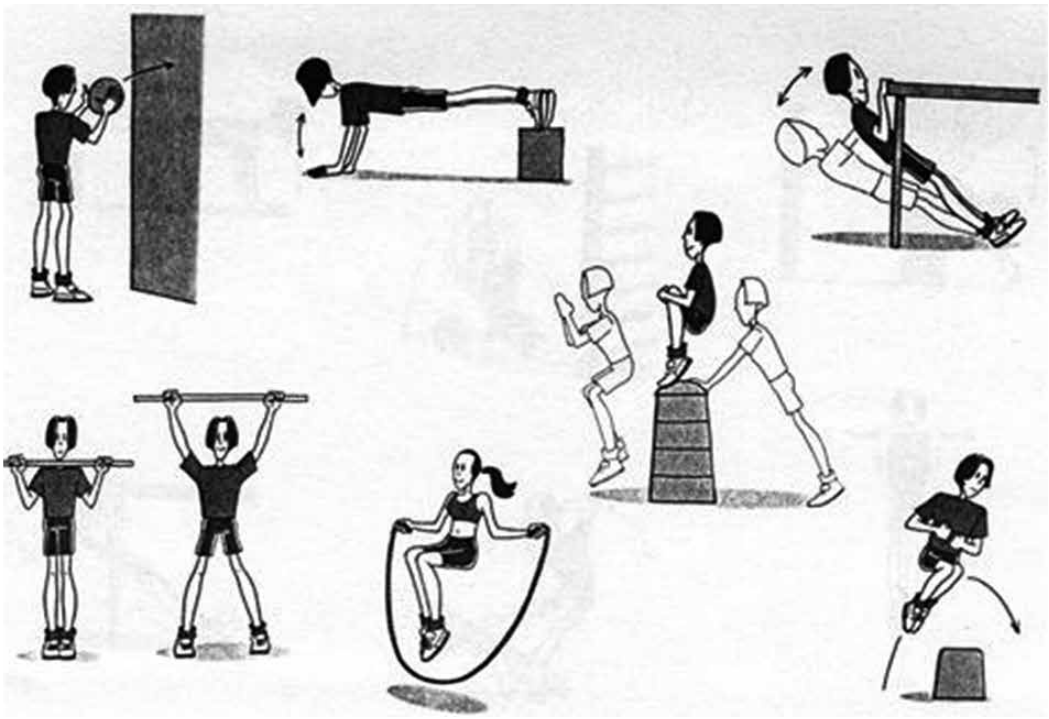
Tubino (1984, p. 180) define velocidade como "a qualidade particular do músculo e das coordenações neuromusculares que permitem a execução de uma sucessão rápida de gestos que, em seu encadeamento, constituem uma só e mesma ação, de uma intensidade máxima e de uma duração breve ou muito breve".

FIGURA 119 - FLUXOGRAMA ILUSTRANDO AS VARIÁVEIS ENVOLVIDAS NA VELOCIDADE MUSCULOESQUELÉTICA



FONTE: Disponível em: <http://images.slideplayer.com.br/16/4942569/slides/slide_6.jpg>. Acesso em: 18 dez. 2015.

FIGURA 120 - DEMONSTRAÇÃO DE VÁRIOS EXERCÍCIOS QUE UTILIZAM VELOCIDADE MUSCULOESQUELÉTICA



FONTE: Disponível em: <http://educaja.com.br/wp-content/uploads/2010/11/educacao-fisica.jpg>. Acesso em: 18 dez. 2015.

7 FORÇA

Para Newton, a força que atua sobre um corpo é capaz de modificar o estado de repouso ou do movimento retilíneo. Qualquer ação que seja responsável por variações da velocidade é considerada força, o peso de um corpo, resistência

do ar, da água, atrito e contração muscular exercem força. Força é uma grandeza vetorial, dinâmica, que tem como resultante de sua ação a variação da velocidade. Complementa a aceleração adquirida, direção, ponto de aplicação (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008).

Pode-se dizer, de acordo com Mcginnis, (2015, p. 20) de uma forma mais simplificada "força é um empurrão, um puxão, força é qualquer coisa que faça um objeto sair e voltar ao repouso, aumentar ou diminuir a velocidade, ou mudar de direção".

É possível afirmar, conforme Mcginnis, (2015, p. 20) "que a grandeza da força é expressa em 'newtons, como forma de homenagear Isaac Newton, e leva o símbolo N', e 'um Newton de força é necessária para acelerar um quilo de massa 1m/s²', 1N = (1kg) (1m/s²)".

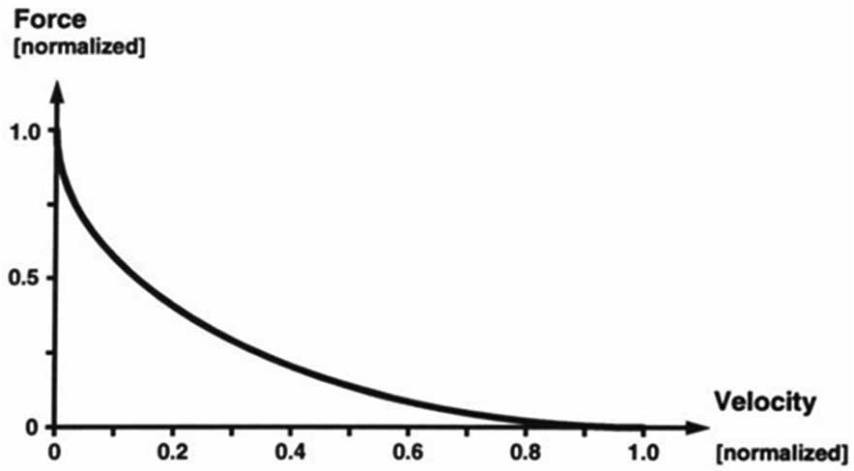
FIGURA 121 - DEMONSTRAÇÃO DE FORÇA SEGUNDO NEWTON

FONTE: Disponível em: <http://www.colegioweb.com.br/wp-content/uploads/2014/10/Lei-de-Newton.jpg>. Acesso em: 18 dez. 2015.

Ainda considerando as definições da Física, força é uma tração ou impulsão que altera ou tenciona o estado de movimentação de um corpo. Está diretamente associada ao movimento, onde haverá primeiro a força e depois movimento, mas pode ocorrer força sem que haja movimento, por exemplo, a postura de defesa de um jogador de vôlei ao preparar-se para receber o ataque de saque do adversário (VILELA, 2011).

A biomecânica tem uma relação estreita com a força, procura elucidar o movimento com indicadores cinemáticos, considerando que os corpos se movimentam igualmente, trabalham com as forças internas e externas das estruturas biológicas corporais, como a força muscular, as forças exercidas nos ligamentos, cartilagens, ossos, tendões (AMADIO; SERRÃO, 2007).

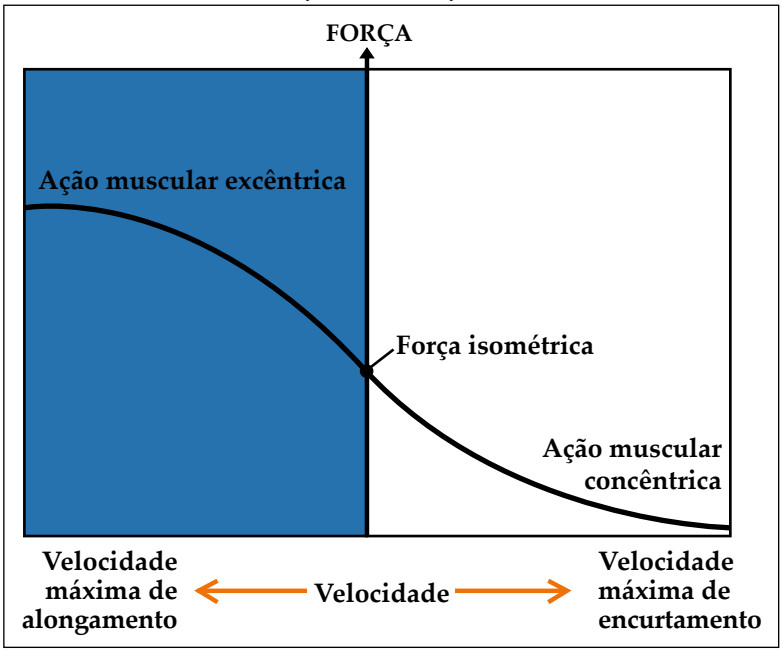
FIGURA 122 - DEMONSTRAÇÃO DA RELAÇÃO DE FORÇA X VELOCIDADE PARA O MOVIMENTO NORMAL



FONTE: Disponível em: <www.ufsm.br/labiomec/gebes>. Acesso em: 19 dez. 2015.

As forças internas são as que acontecem dentro das estruturas corporais e as forças externas são que acontecem fora das estruturas corporais, considerando a gravidade e a velocidade do movimento. O estudo biomecânico é realizado de duas maneiras, quantitativa e qualitativa, para uma verificação efetiva da adequação do movimento como um todo, atentando para amplitude de movimento e sequência correta, tendo como produto final um movimento perfeito e boa performance nos exercícios (HALL, 2009).

FIGURA 123 - DEMONSTRAÇÃO DE FORÇA MUSCULAR

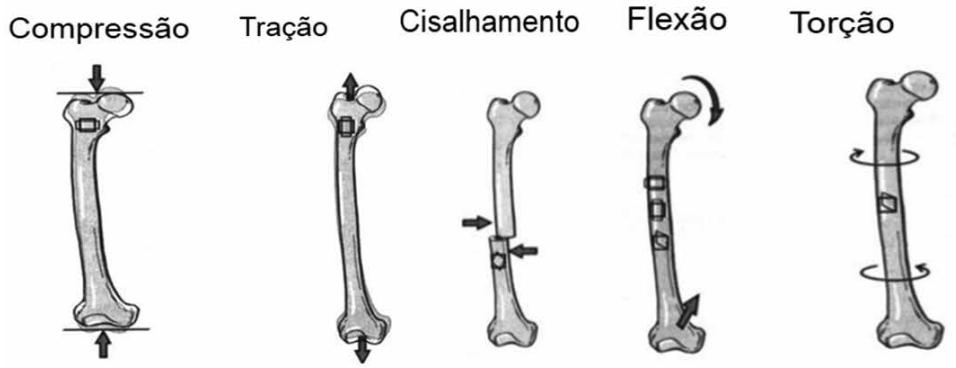


FONTE: Disponível em: <www.ufsm.br/labiomec/gebes> Acesso em: 19 dez. 2015.

A análise quantitativa mensurada em escalas numéricas, após reunir todos os dados, geralmente é calculada utilizando programas específicos de informática por ser um número grande de variáveis a serem analisadas em cada situação. Já a análise qualitativa é realizada a partir de uma observação sistemática que resulta em um senso crítico a respeito da qualidade do movimento realizado, com a finalidade de um melhor desempenho muscular, aprimorando a destreza do movimento (SILVA, 2013).

Entre as forças internas atingidas por cargas mecânicas mais comuns estão: compressão (forças agindo da posição de cima e de baixo), tração (forças puxando para cima e para baixo) cisalhamento (deslizamento de forças), flexão (forças agindo para o centro) torção (forças agindo em rotação opostas). Um exemplo dessas forças está na ação de forças gravitacionais de forças musculares a que os ossos estão submetidos (HALL, 2009).

FIGURA 124 - DEMONSTRAÇÃO DOS TIPOS DE FORÇAS OCORRIDA NOS OSSOS



FONTE: Disponível em: <www.ufsm.br/labiomec/gebes>. Acesso em: 19 dez. 2015.

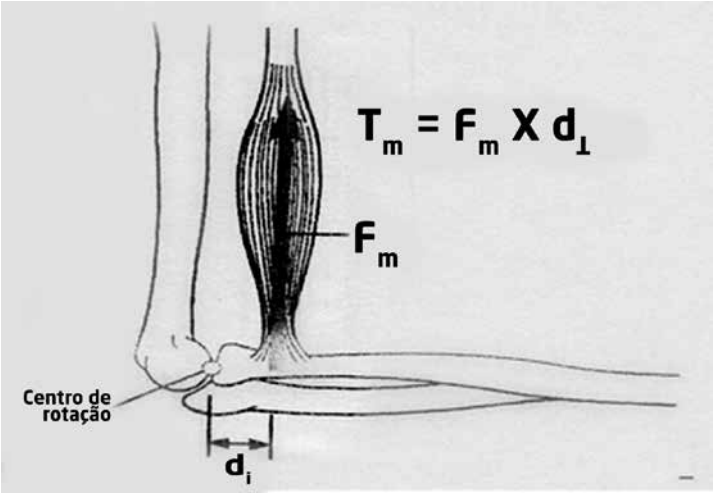
8 TORQUE

Também definido como momento de força, acontece quando ocorre uma mudança na velocidade de rotação do corpo, ocorre uma variação na velocidade angular. É uma grandeza da força responsável pela mudança de velocidade de rotação. Sempre que um corpo necessita ser girado é aplicado sobre ele um momento de força, um torque (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008).

Expresso como:
M (momento de força (Torque)) = força x distância $\rightarrow$ **M = F x d**
(HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008).

Torque é um produto da magnitude da força em relação à distância normal desde a linha de ação da força até o eixo de rotação, ação essa chamada de momento de força, torque (CORRÊA; FREIRE, 2004). Tem como característica agir na intensidade da força aplicada que possibilita o movimento. É a capacidade de produzir rotação (HAMILL; KNUDZEN, 2008).

FIGURA 125 - DEMONSTRAÇÃO DE TORQUE NA ARTICULAÇÃO DO COTOVELO



FONTE: Disponível em: <http://images.slideplayer.com.br/11/3144808/slides/slide_22.jpg>. Acesso em: 19 dez. 2015.

No estudo sugerido aqui é possível ter uma visão mais ampla do movimento de torque agindo no sistema muscular, mais especificamente no quadríceps. O texto está no *link*:
<http://www.ufrgs.br/biomec/articles%202/11%20(XI)%20CBB/Silva%20%20Torq%20Res%20Quadric.pdf>.

SILVA, F. et al. Caracterização do torque de resistência a partir das características musculares do quadríceps. Artigo. Educação Física. Laboratório de Pesquisa do Exercício. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – URGS, 2005.

No vídeo, encontrarás uma revisão muito esclarecedora sobre o torque. Vale muito assistir para sanar possíveis dúvidas.
Revisão torque ou momento da força - estática de corpo extenso
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=aeilyVZBCdI>. Acesso em: 19 dez. 2015.

Agora, para concluirmos nosso estudo sobre as Leis de Newton, vamos entender sobre a terceira, e última, Lei de Newton, a Lei da Ação e Reação.

9 LEIS DE NEWTON (3ª)

Lei da ação e reação, isto significa dizer que um corpo aplica força sobre outro corpo e esse recebe uma força igual e contrária. Isso acontece frequentemente quando a origem ou inserção de um músculo recebe uma força igual e oposta (CORRÊA; FREIRE, 2004).

Esta última lei de Newton diz que para cada ação existe uma reação de intensidade igual, mas com sentido diferente. As forças de ação e reação de um corpo sobre o outro têm o mesmo padrão, a mesma direção e sentidos contrários (PRUDÊNCIO, 2013).

A Terceira Lei de Newton analisa o sistema de trocas de força entre os corpos, um corpo que recebe uma força vai devolvê-la da mesma forma que recebeu, mas num sentido contrário, um bate e volta. Ao caminhar, um indivíduo exerce uma ação sobre a superfície e desloca-se pela reação da força exercida no chão (CORRÊA; FREIRE, 2004).

FIGURA 126 - DEMONSTRAÇÃO DA TERCEIRA LEI DE NEWTON

FONTE: Disponível em: <http://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2009/08/3leinewton2.jpg>. Acesso em: 19 dez. 2015.

FIGURA 127 - DEMONSTRAÇÃO DA TERCEIRA LEI DE NEWTON

FONTE: Disponível em: <http://bibliadocaminho.com/ocaminho/Imagens/EadeP2Rot17Fig3.gif>. Acesso em: 19 dez. 2015.

No estudo sugerido aqui é possível ter uma visão mais ampla da Terceira Lei de Newton; é uma análise do manuscrito *De Gravitatione* das décadas de 1660 a 1670.
O texto está no *link*: <http://homepage.univie.ac.at/mario.barbatti/newt1.pdf>

BARBATTI, M. Conceitos Físicos e Metafísicos no jovem Newton: Uma leitura de De Gravitatione. **Rev. Sociedade Brasileira de História da Ciência**, v.17, n.59, 1997.

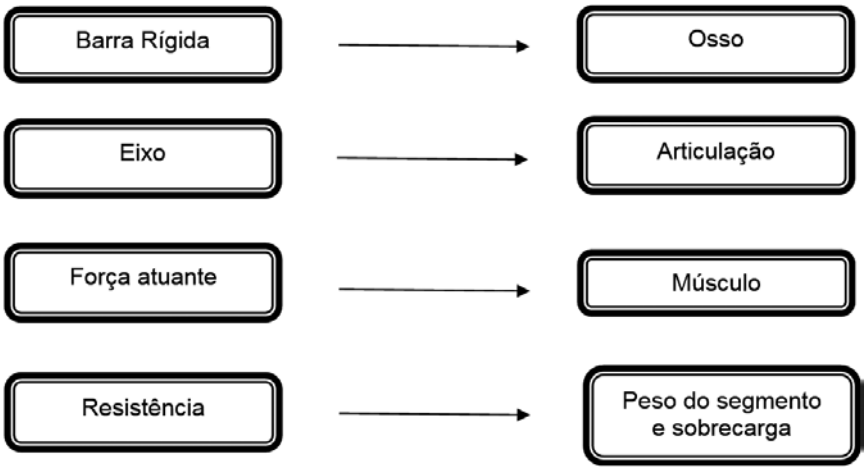
No vídeo a seguir há uma revisão muito esclarecedora sobre a Terceira Lei de Newton, confira!
Terceira Lei de Newton - Ação e Reação
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=xq8sh6WkCq8>. Acesso em: 19 dez. 2015.

10 SISTEMA DE ALAVANCAS

Um movimento de alavanca acontece quando músculos geram tensão e tracionam os ossos para sustentar ou mover resistências, assim ocorre a ação da alavanca. São hastes rígidas que giram em torno de um eixo sob a ação de forças e multiplica o efeito do impulso aplicado, o sistema de alavancas viabiliza movimento, elasticidade e fortalecimento muscular ao corpo humano (MCGINNIS, 2015).

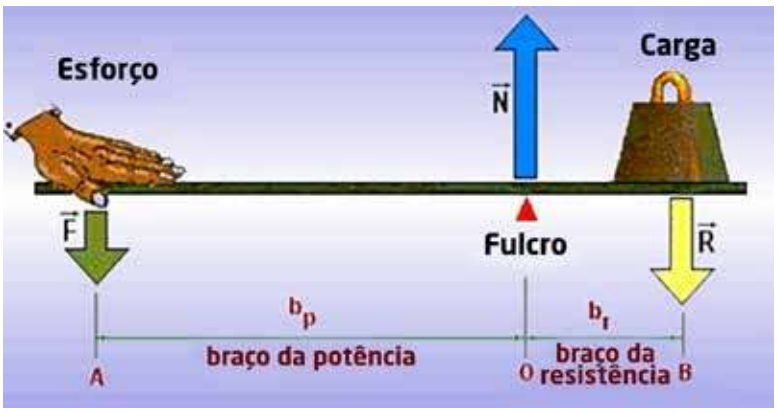
É exatamente o que podemos verificar na movimentação do corpo humano, os ossos agem como hastes rígidas, as articulações são os eixos e as cargas resistentes, e os músculos aplicam forças. A força aplicada numa alavanca movimenta uma resistência, trabalha com força de ação, força de resistência, braço de potência, braço de resistência e fulcro (MCGINNIS, 2015).

FIGURA 128 - SISTEMA DE ALAVANCAS



FONTE: McGinnis (2015)

FIGURA 129 - DEMONSTRAÇÃO DE ALAVANCAS



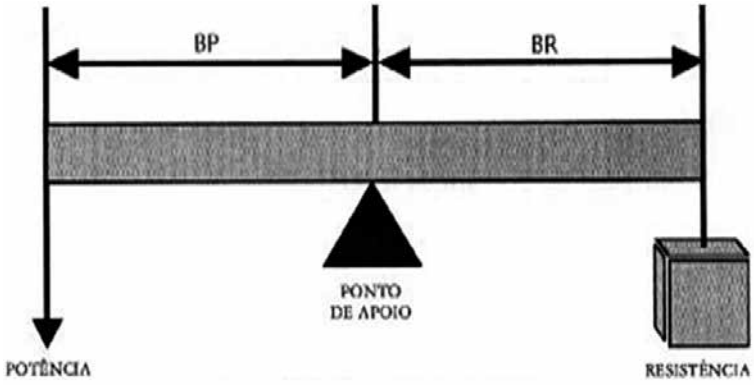
FONTE: Disponível em: <http://image.biomecnicala-110407181655-phpapp01/95/biomecnicabsica-29-1024.jpg?cb=1440423115>. Acesso em: 19 dez. 2015.

O sistema de alavanca é constituído por alguns pontos: ponto (A) denominado de ponto de apoio ou fulcro. No corpo humano são as articulações que agem como apoio para que o movimento aconteça. A resistência, denominada (R), é o peso a ser vencido ou mantido. E ainda existe o (P), que é a potência, ponto onde um músculo se insere para executar a contração e manter o equilíbrio da alavanca (HAMILL; KNUDZEN, 2009).

Esses pontos formam dois segmentos chamados de braços. Um braço que estabelece a distância entre o apoio e a potência é denominado de Braço de Potência (BP) e o braço que estabelece a distância entre o apoio e a resistência é denominado de Braço de Resistência (BR). Este sistema apresenta seus benefícios quando uma força reduzida é aplicada com uma distância grande em uma das extremidades, e isso produz uma força maior que vence uma resistência, aumentando a velocidade do movimento (HAMILL; KNUDZEN, 2009).

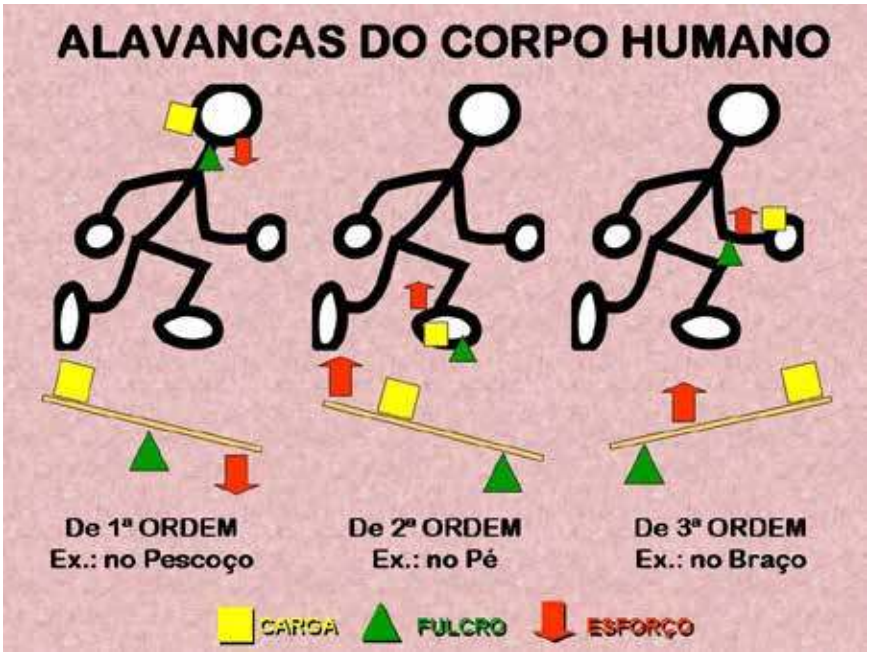
Uma alavanca encontra equilíbrio quando a (R) x (BR) = (P) x (BP) (HAMILL; KNUDZEN, 2009).

FIGURA 130 - DEMONSTRAÇÃO DE ALAVANCAS



FONTE: Disponível em: <http://1vDDInuvj8/SaaZ5jZ_g9I/AAAAAAAAAaA/gS8x8M3adPU/s320/alavanca.jpg>. Acesso em: 19 dez. 2015.

FIGURA 131 - DEMONSTRAÇÃO DE ALAVANCAS



FONTE: Disponível em: <https://caldeiradigital.files.wordpress.com/2011/06/alavancas.jpg>. Acesso em: 19 dez. 2015.

10.1 TIPOS DE ALAVANCAS

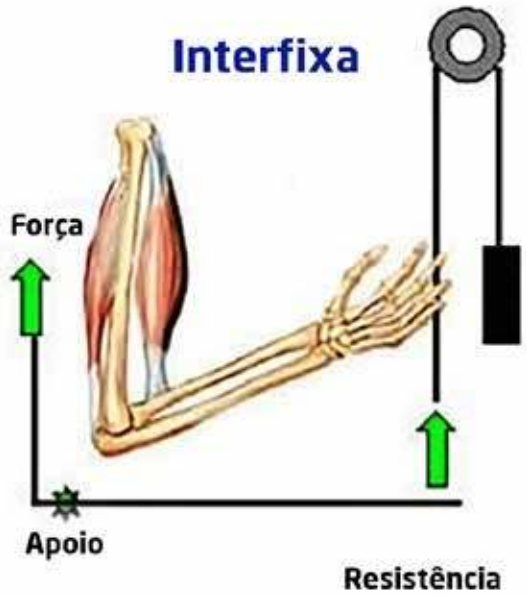
São três os tipos de alavancas, cada tipo tem suas características próprias e vantagens em relação a equilíbrio, força e velocidade.

- Alavancas de primeira classe ou interfixas (alavanca de equilíbrio).
- Alavancas de segunda classe ou inter-resistentes (alavanca de força).
- Alavancas de terceira classe ou interpotente (alavanca de velocidade).

10.1.1 Alavanca de primeira classe ou interfixa

Interfixa ou ainda de equilíbrio, o apoio fica instalado entre a resistência e a potência, são utilizadas para ganho de força e resistência, produz mais velocidade e menos força. Ex.: manutenção da postura e equilíbrio, músculo do tríceps (HALL, 2009).

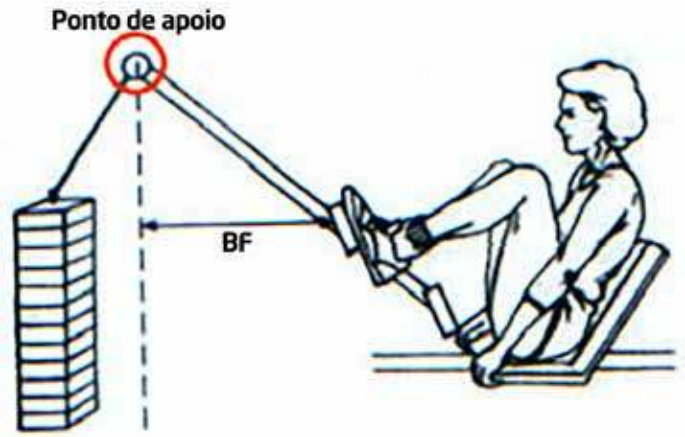
FIGURA 132 - ALAVANCA INTERFIXA



FONTE: Disponível em: <http://www.drsergio.com.br/ergonomia/curso/IMGcurso/Alav/interfixa.jpg>. Acesso em: 19 dez. 2015.

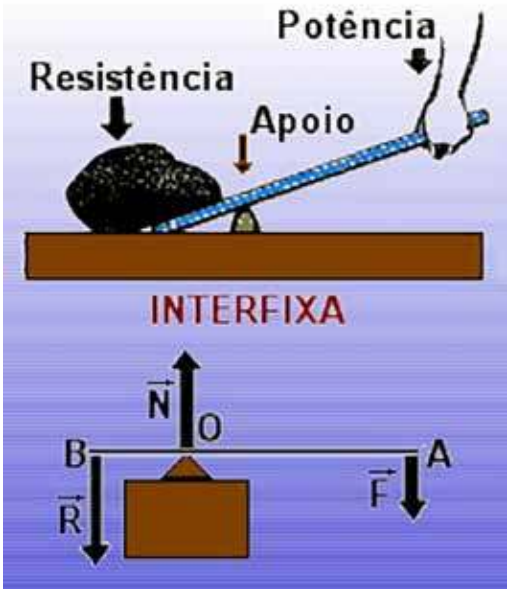
Nas alavancas de primeira classe a resistência e força são produzidas em lados opostos do eixo, no corpo humano esta ação ocorre com a movimentação dos músculos agonistas e antagonistas, cada grupo muscular age em lados opostos da articulação (HALL, 2009).

FIGURA 133 - ALAVANCA INTERFIXA



FONTE: Disponível em: <http://www.drsergio.com.br/ergonomia/curso/IMGcurso/Alav/interfixa.jpg>. Acesso em: 19 dez. 2015.

FIGURA 134 - DEMONSTRAÇÃO DE ALAVANCA INTERFIXA

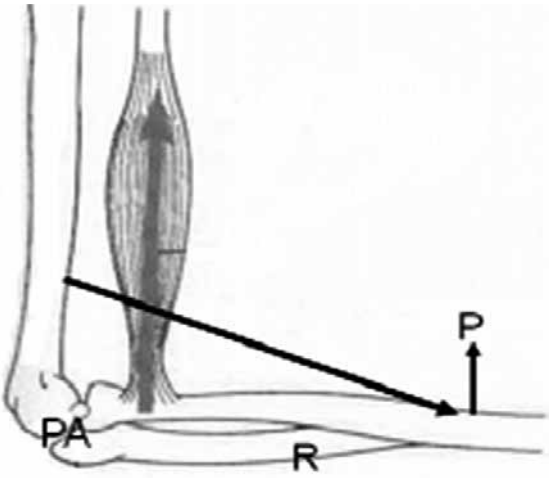


FONTE: Disponível em: <https://caldeiradigital.files.wordpress.com/2011/06/alavancas.jpg>. Acesso em: 19 dez. 2015.

10.1.2 Alavancas de segunda classe ou inter-resistente

Nesse tipo de alavanca, a resistência (R) está localizada entre o ponto de apoio (PA) e a (P), que formam alavancas de força porque o Braço de Potência (BP) é maior que o Braço de Resistência (BR), seu benefício é que grandes pesos podem ser movidos por uma pequena força (HALL, 2009).

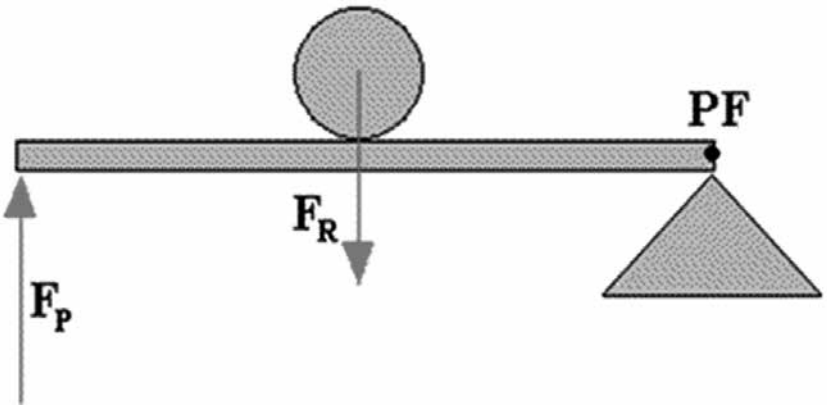
FIGURA 135 - DEMONSTRAÇÃO DE ALAVANCA INTER-RESISTENTE



FONTE: Disponível em: <https://caldeiradigital.files.wordpress.com/2011/06/alavancas.jpg>. Acesso em: 19 dez. 2015.

A alavanca inter-resistente exerce força no centro do sistema, a resistência é aplicada entre o eixo e a força potente. No corpo humano os exemplos desse tipo de alavanca são poucos, um desses poucos acontece no tornozelo com o músculo flexor plantar (HAMILL; KNUDZEN, 2008).

FIGURA 136 - DEMONSTRAÇÃO DE ALAVANCA INTER-RESISTENTE



FONTE: Disponível em: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/alavancas.htm>. Acesso em: 19 dez. 2015.

FIGURA 137 - DEMONSTRAÇÃO DE ALAVANCA INTER-RESISTENTE POR OUTRO ÂNGULO

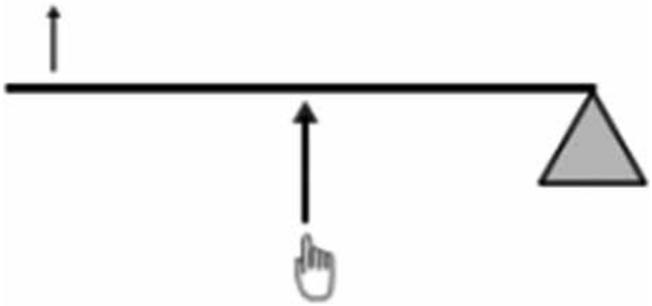
FONTE: Disponível em: <http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/galeria/uploads/4/normal_41quebra_nozes_interresistentes.jpg>. Acesso em: 19 dez. 2015.

No estudo sugerido aqui é possível ter um entendimento de todos os tipos de alavancas, um trabalho realizado pelos alunos do curso de licenciatura em Física, no qual foi aplicado os conceitos de alavancas em fenômenos biológicos, e é uma leitura muito explicativa e fácil de ler.
O texto está no *link*: <http://fsicaitapetininga.yolasite.com/resources/notas_aula_FAFB3.pdf

10.1.3 Alavancas de terceira classe ou interpotente

Nesse tipo de alavanca, a força potente está localizada entre a força resistente e o ponto fixo, de apoio. Alavancas de terceira classe são mais comuns encontradas no corpo humano. Podemos citar, como exemplo: flexão do antebraço sobre o braço, flexão da perna sobre a coxa, e também na flexão da coxa sobre a pelve (HALL, 2009).

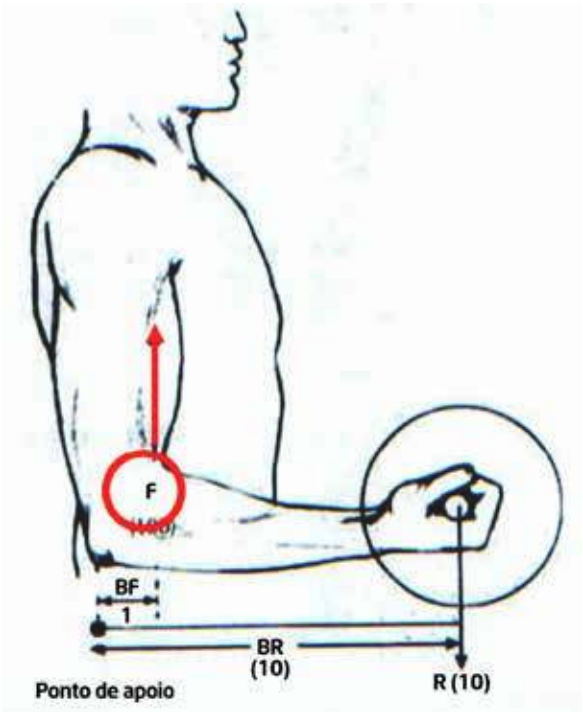
FIGURA 138 - DEMONSTRAÇÃO DE ALAVANCA INTERPOTENTE



FONTE: Disponível em: <http://fsicaitapetininga.yolasite.com/resources/notas_aula_FAFB3.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2015.

As alavancas interpotentes foram projetadas para possibilitar aumento da velocidade ao segmento distal do corpo e mover um pequeno peso a longa distância. Com o consequente aumento da amplitude de movimento, por vezes, quando solicitado, as articulações do joelho e cotovelo realizam movimentos rápidos e de maior amplitude. Em contrapartida, pelo sistema muscular apresentar suas inserções muito próximas das articulações, o rendimento de força fica diminuído (HALL, 2009).

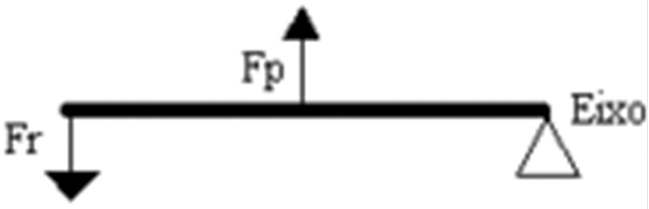
FIGURA 139 - DEMONSTRAÇÃO DE ALAVANCA INTERPOTENTE NO CORPO



FONTE: Disponível em: <http://fsicaitapetininga.yolasite.com/resources/notas_aula_FAFB3.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2015.

O equilíbrio em uma alavanca ocorre quando o produto da intensidade da potência feito pelo braço de potência é igual ao produto da intensidade da resistência feito pelo braço da resistência (MIRANDA, 2000).

FIGURA 140 – DEMONSTRAÇÃO DE ALAVANCA INTERPOTENTE



FONTE: Disponível em: <http://www.drsergio.com.br/ergonomia/curso/IMGcurso/Alav/interfixa.jpg>. Acesso em: 20 dez. 2015.

DICAS

Na sugestão a seguir há uma videoaula sobre sistemas de alavancas, que vale muito assistir para sanar possíveis dúvidas.
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=CYjIFDHFsuA>. Acesso em: 20 dez. 2015.

Uma análise biomecânica dos movimentos do corpo humano no meio aquático envolve compreensão de inúmeros fatores em função de sua complexidade, como, por exemplo, os princípios físicos da água: hidrostática e hidrodinâmica, densidade, densidade relativa, flutuação, empuxo, viscosidade, pressão hidrostática, tensão superficial, propulsão (BARROS, 2010).

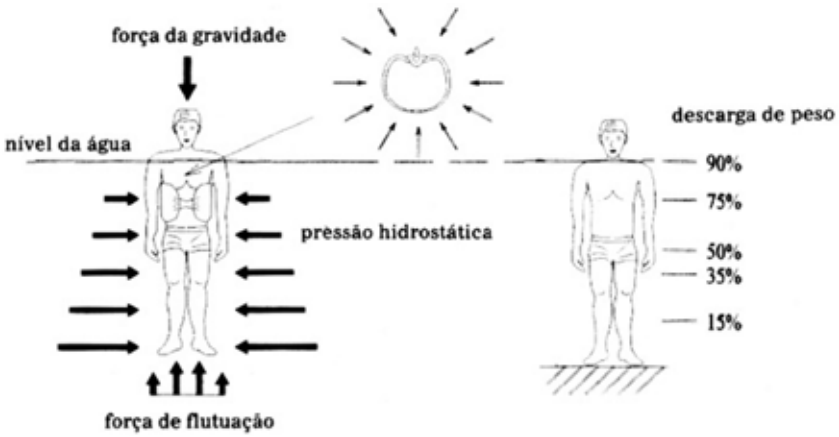
11 NOÇÕES DE HIDROSTÁTICA E HIDRODINÂMICA (DENSIDADE, DENSIDADE RELATIVA, EMPUXO, FLUTUAÇÃO, VISCOSIDADE, TENSÃO SUPERFICIAL E PROPULSÃO)

O estudo dos fluidos em estado de repouso é denominado hidrostática, os fluidos exercem forças sobre os segmentos ou estruturas e como já vimos, pelo princípio da Terceira Lei de Newton, por ação e reação essas estruturas reagem impelindo forças contrárias ao fluido (FRACAROLLI, 1998).

O princípio da hidrostática por Arquimedes possibilita definir a resultante das forças de pressão que exerce no corpo com esse corpo mergulhado parcialmente ou totalmente num fluido (FRACAROLLI, 1998).

A pressão hidrostática representada pela letra P é considerada força F aplicada por uma unidade de área A, onde a força exercida é igual sobre toda a área de superfície do corpo imerso que está em repouso (CAROMANO; NOWOTNY, 2002).

FIGURA 141 - DEMONSTRAÇÃO DE PRESSÃO HIDROSTÁTICA

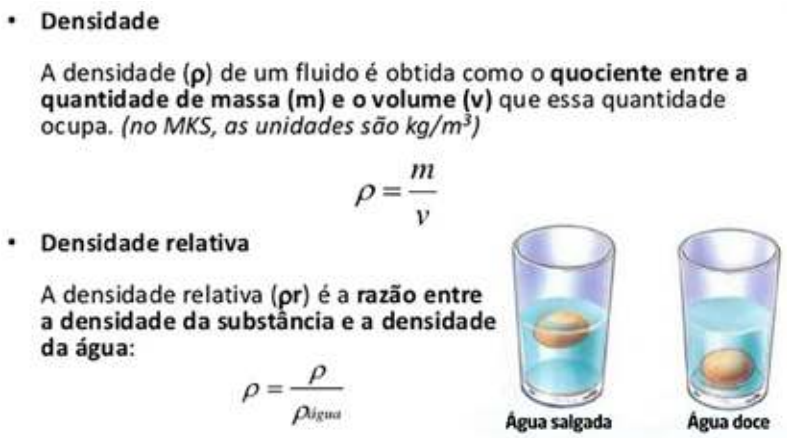


FONTE: Disponível em: <http://www.poolterapia.com.br/portal/artigospoolterapia/Principios%20Fisicos%20que%20Fundamentam%20a%20Hidroterapia.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2015.

Dentro dos conceitos básicos da hidrostática está a densidade e densidade relativa, densidade é explicada como massa (quantidade de matéria, peso) por unidade de volume.

Já a densidade relativa é a relação entre a massa de um dado volume de uma substância e a massa do mesmo volume de água. Como o corpo humano é constituído, principalmente por água, tem uma densidade relativa muito próxima de 0,95, que pode variar com a gordura corporal de cada indivíduo (BATES; HANSOS, 1998).

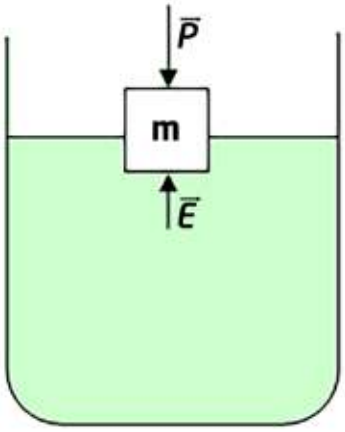
FIGURA 142 - EXPLICAÇÃO DE DENSIDADE E DENSIDADE RELATIVA



FONTE: Disponível em: <http://image.slidesharecdn.com/hidrosttica-131210191445-phpapp01/95/hidrosttica-4-638.jpg?cb=1386702941>. Acesso em: 20 dez. 2015.

- Empuxo: é uma força vertical para cima exercida pela água, ou pelo fluido sobre um corpo. Exemplo: ao entrar numa piscina a sensação é de leveza, bem diferente do que fora dela (CAROMANO; NOWOTNY, 2002).

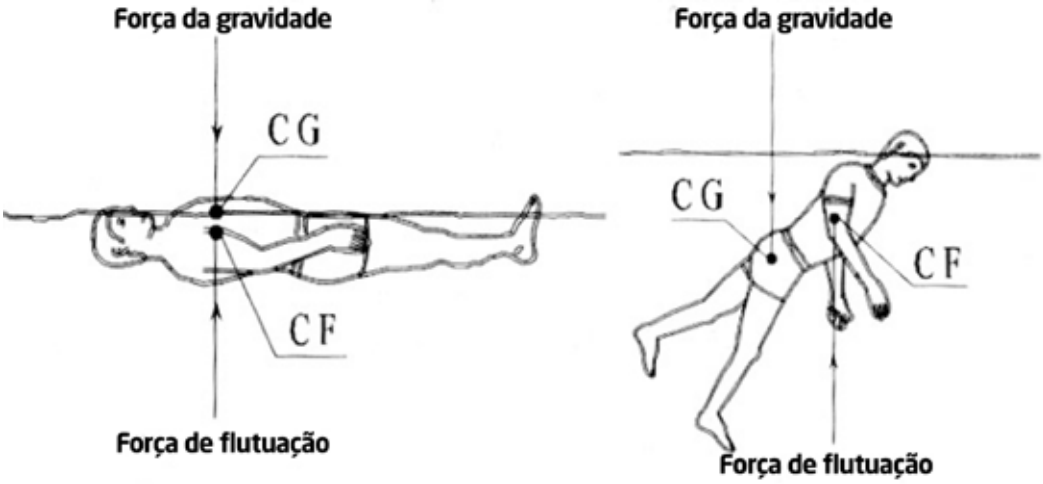
FIGURA 143 - DEMONSTRAÇÃO DE EMPUXO



FONTE: Disponível em: <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/EstaticaeHidrostatica/figuras/e2.GIF>. Acesso em: 20 dez. 2015.

- Flutuação*:* é quando um corpo fica imerso totalmente ou parte dele num líquido em repouso, e sofre um empuxo para cima, igual ao peso do líquido deslocado. Um corpo com densidade relativa igual a 1,0 irá flutuar. Flutuar é fazer o corpo experienciar a força do empuxo para cima, agindo no sentido oposto da força da gravidade, e essa força agindo contra o centro de gravidade (SKINNES, THOMSON, 1985).

FIGURA 144 - DEMONSTRAÇÃO DE FLUTUAÇÃO COM UM CORPO EM EQUILÍBRIO ESTÁVEL E OUTRO EM DESEQUILÍBRIO

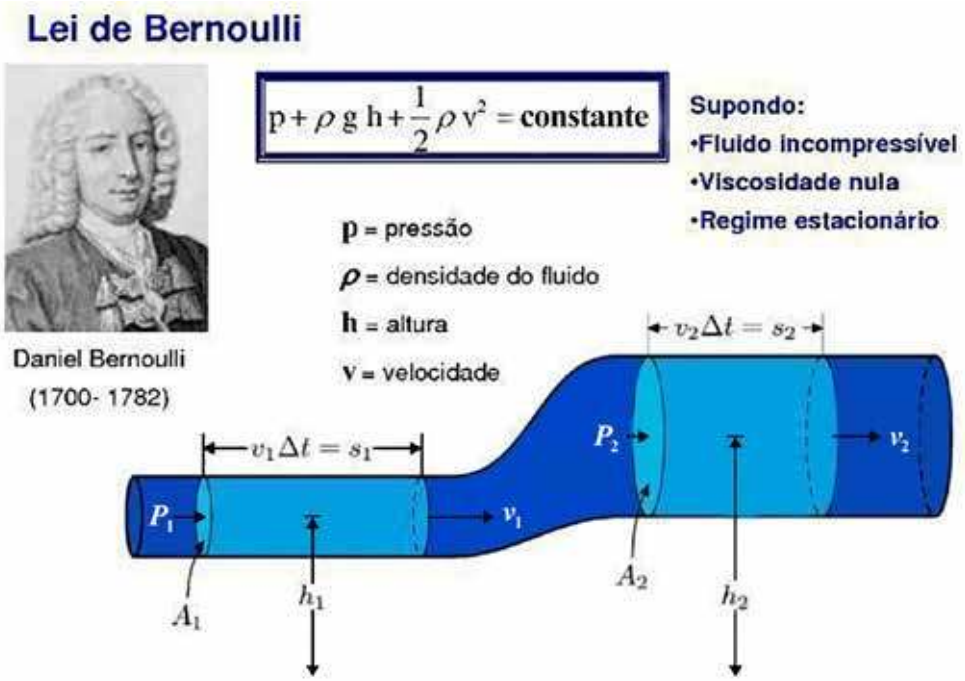


FONTE: Disponível em: <http://www.poolterapia.com.br/portal/artigospoolterapia/Principios%20Fisicos%20que%20Fundamentam%20a%20Hidroterapia.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2015.

- Hidrodinâmica*:* os conceitos de hidrodinâmica estão relacionados ao movimento do corpo ou de seus segmentos dentro da água. Os movimentos da hidrodinâmica fazem o escoamento dos fluidos circundantes no organismo, são essas forças que fazem com que a circulação sanguínea se movimente. Além do escoamento, a hidrodinâmica também é responsável por outros fenômenos, como a viscosidade e a tensão superficial (DURAN, 2003).

A hidrodinâmica é embasada num princípio fundamental descrito como Teorema de Bernoulli, que explica o comportamento do movimento de um fluido ao longo de uma linha corrente e descreve a conservação de energia. Bernoulli considera ideal aquele fluido que não apresenta nenhuma viscosidade ou atrito, o fluido circula por um conduto fechado e a energia permanece constante em todo o trajeto. A lei de Bernoulli correlaciona as variáveis: pressão, altura e a velocidade de um fluido, para obter escoamentos estacionários, escoamentos com movimentação constante, fluido ideal com massa específica (DURAN, 2003).

FIGURA 145 - DEMONSTRAÇÃO DE VISCOSIDADE DA ÁGUA



FONTE: Disponível em: <http://www.estudopratico.com.br/wpcontent/uploads/2013/05/leibernoulliaerodinamica.jpg>. Acesso em: 20 dez. 2015.

- Viscosidade: é denominada viscosidade quando líquidos desiguais são assinalados por quantidades diferentes de atração molecular, e quando há camadas de líquidos opostas em movimento, gerando um atrito interno do líquido. É a resistência de um fluido em deslocamento, atrito interno (CAROMANO; NOWOTNY, 2002).

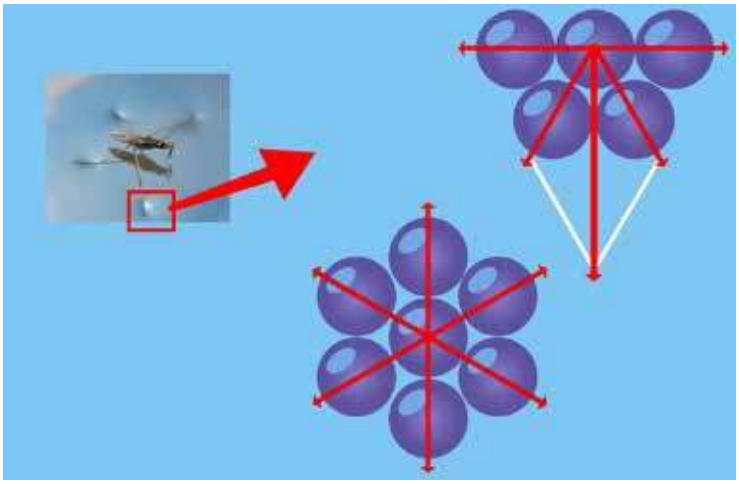
FIGURA 146 - DEMONSTRAÇÃO DE VISCOSIDADE DA ÁGUA

FONTE: Disponível em: <http://www.tudosobreplasticos.com/propriedades/imagens/fluidezVisco.JPG>. Acesso em: 20 dez. 2015.

- Tensão Superficial: considerada uma força por unidade de comprimento que age de qualquer linha em uma superfície e tende a atrair as moléculas de uma superfície à água exposta. É a força de resistência da tensão superficial que se torna uma variável ativa na medida em que a área aumenta (CAROMANO; NOWOTNY, 2002).

É um fenômeno que acontece em todos os líquidos e forma uma espécie de membrana elástica em suas extremidades, faz uma camada superficial, causada pelas forças de coesão entre moléculas semelhantes. É a força que existe na superfície da água em repouso (RANGEL, 2006).

FIGURA 147 - DEMONSTRAÇÃO DE VISCOSIDADE DA ÁGUA



FONTE: Disponível em: <http://alunosonline.uol.com.br/upload/conteudo/images/tensao-superficial.jpg>. Acesso em: 20 dez. 2015.

- Propulsão: o movimento resultante da soma de dois componentes, a força de arraste e a força de sustentação. O conceito de propulsão embasa-se na Lei de Ação e Reação de Newton e também no teorema de Bernoulli, que permite empurrar melhor a água para trás, como é o caso dos nadadores (BELLOCH, 2006).

Em meio aquático, o sistema propulsivo ocorre onde há alterações de equilíbrio, com condições de escoamento estável, que impulsiona o corpo para frente, é a força de impulsão. Um exemplo é a inclusão dos saltos dentro da água (BARBOSA, 2001).

FIGURA 148 - DEMONSTRAÇÃO DE PROPULSÃO

FONTE: Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/discovirtual/galerias/imagem/0000000438/0000009699.jpg>. Acesso em: 20 dez. 2015.

Sugerimos um artigo que nos dá uma noção prática de tudo que estudamos até agora sobre as forças hidrostáticas e hidrodinâmicas aplicadas na prática. Boa leitura!

"Como um profissional deve fazer para identificar e corrigir erros associados ao movimento, entre eles os relacionados à biomecânica? Como o profissional que trabalha com a natação aplica, na prática, conhecimentos teóricos da mecânica dos fluidos em sua intervenção? Para responder a essa pergunta, desenvolvemos este ensaio que tem por objetivo apresentar propostas de aplicação da mecânica dos fluidos em intervenção na natação. São apresentados os conceitos de flutuabilidade, resistência ao avanço, sustentação e forças propulsivas".

CORRÊA, S.C.; MASSETO, S.T.; FREIRE, E.S. Mecânica de Fluídos: Uma proposta de integração da teoria com a prática. **Rev. Mackenzie Física e Esporte**, v.10, n.1, p. 115-129, 2011.

O texto na íntegra pode ser encontrado no *link*:
<http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/remef/article/view/3637/2928>

LEITURA COMPLEMENTAR

Leia parte da entrevista realizada pelo repórter Marcelo Garcia, para o Instituto Ciência Hoje, no *site* da UOL, que indaga sobre a potência olímpica do Brasil às vésperas dos Jogos Olímpicos de 2016, bem como está o preparo dos atletas, o investimento em tecnologia e os avanços da biomecânica para auxiliar nos treinamentos, mas que ainda enfrentam obstáculos. Saiba mais lendo o texto a seguir.

Investir em tecnologia para formação e preparação de atletas é fundamental para qualquer país que queira se tornar uma potência olímpica - para isso, Brasil ainda precisa superar gargalos e aproximar ciência, indústria e esporte. (foto: Marcus Almeida)

O Brasil está longe de ser uma potência olímpica como os Estados Unidos ou um foguete em ascensão, como a China. Apesar de seu legado em certas modalidades, o melhor resultado recente do país no quadro geral de medalhas das Olimpíadas foi um 16º lugar na Grécia, em 2000 – modesto, considerando nossas proporções continentais. Como sede dos próximos Jogos, o país desenvolve diversos projetos e redes de pesquisa aplicada para acelerar o desenvolvimento na área, investindo na aproximação entre academia, esporte e indústria – mas ainda há muitas barreiras a serem superadas.

Uma dificuldade básica, mas ainda muito comum, é o acesso aos equipamentos mais avançados, que chegam muito caros ao Brasil devido aos custos de importação. Para os atletas de ponta de modalidades com maior tradição (e com mais recursos), como a vela, essa barreira é mais facilmente superada. Porém, modalidades de menor destaque que usam equipamentos complexos sofrem com altos preços: nossa equipe de *bobsled* (competição de

alta velocidade com trenó), por exemplo, competiu nas últimas Olimpíadas de Inverno, na Rússia, com um veículo de segunda mão, enquanto os trenós de alguns adversários foram desenhados por equipes de Fórmula 1.

Mais do que o acesso, no entanto, para muitos pesquisadores, como o engenheiro biomédico Alexandre Pino, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), o gargalo central do desenvolvimento esportivo brasileiro é a falta de pesquisas aplicadas e de inovação no país. "Os estudos no campo esportivo têm crescido, em especial os relacionados à preparação dos atletas e à prevenção de lesões, mas ainda são insuficientes e há grandes lacunas na produção de equipamentos, por exemplo" avalia.

Nesse sentido, um grande abismo parece isolar as iniciativas na área: a pouca interação entre universidade e setor privado, velho problema da ciência brasileira. "Não há tecnologia que não possamos dominar, mas falta estrutura para inovar e investir em longo prazo", afirma o educador físico Ricardo Barros, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). "É preciso criar um ambiente comercial forte, onde existam laboratórios de inovação nas empresas".

Os altos custos de importação, a falta de investimento no desenvolvimento de equipamentos esportivos e a pouca tradição em inovação das empresas brasileiras seguem como gargalos para o avanço do esporte nacional. Nas Olimpíadas de Inverno de Sochi, alguns dos trenós super velozes foram desenvolvidos por equipes de Fórmula 1, enquanto o do Brasil era de segunda mão. (foto: U.S. Army IMCOM/ Flickr - CC BY-NC 2.0)

O engenheiro Cleudmar Araújo, coordenador do Núcleo de Habilitação/ Reabilitação em Esportes Paraolímpicos (NH/Resp) da Universidade Federal de Uberlândia (Minas Gerais), concorda: "Em modalidades esportivas como o futebol de sete, até a bola é importada; esses materiais precisam ser produzidos

aqui", destaca. "Quem financia a pesquisa no Brasil são os órgãos de fomento, enquanto lá fora grande parte dela ocorre nas empresas".

Para o engenheiro biomédico Orivaldo Silva, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP), mesmo os órgãos de fomento nacionais ainda precisam adequar melhor suas estratégias para promover o desenvolvimento tecnológico na área. "Em geral, os editais são muito acadêmicos, quando precisamos é investir em inovação", avalia.

Outra grande lacuna na área, segundo os especialistas, é a distância entre a ciência e os atletas e treinadores que deveriam se beneficiar do conhecimento aplicado. "Em geral, a pesquisa está nas universidades e os atletas, ligados às confederações; o diálogo, muitas vezes, não é simples como deveria", avalia Ricardo Barros. "Faltam estruturas organizacionais e físicas que reúnam pesquisadores e esportistas para discutir as prioridades".

Para 2016, os comitês olímpicos e paraolímpicos brasileiros preveem a construção de centros de treinamento no Rio de Janeiro e em São Paulo, de forma a aproximar esporte e pesquisa. Além disso, para superar as barreiras que atrapalham esse diálogo, foram criadas a Academia Brasileira de Treinadores e a Academia Paraolímpica Brasileira, que formam profissionais mais preparados para aplicar o conhecimento na prática esportiva e para aprimorar a gestão esportiva nacional.

Movimentos sob análise

Apesar dos problemas, nas universidades e centros de pesquisa nacionais há diversos projetos que aliam ciência e esporte no treinamento, desenvolvimento tecnológico e prevenção de lesões. Para Barros, entre as áreas que mais têm evoluído no país estão a biomecânica, a bioquímica e a fisiologia. "São avanços relacionados: enquanto a biomecânica quantifica o esforço, a bioquímica e a fisiologia mostram as alterações que ele provocou no organismo", explica. "A partir disso, é possível fazer ajustes no treinamento, identificar possibilidades de melhora e tendências a lesões, por exemplo".

O futebol é um dos esportes onde essas inovações estão mais presentes – clubes brasileiros, como o Corinthians, já possuem laboratórios de biomecânica, por exemplo. "Se, por um lado, no futebol ainda existe uma 'cultura boleira', amadora, por outro, há muito dinheiro: os recursos para montar um centro desse tipo são pequenos perto das somas movimentadas na modalidade", avalia Barros. "No entanto, esse trabalho ainda tem relação maior com a preparação física e médica do que com o aspecto tático; ainda não são todos os técnicos que se interessam pela tecnologia".

Prancheta é coisa do passado: sistemas de avaliação da movimentação dos atletas e até laboratórios de biomecânica já fazem parte da rotina do futebol e podem ajudar tanto na preparação física quanto na parte técnica e tática do jogo. (foto: Flickr/ uomouranio1 - CC BY-NC-ND 2.0)

Na Unicamp, Barros trabalha com análise e quantificação do movimento de jogadores em esportes coletivos e individuais desde 1998. "Desenvolvemos sistemas capazes de analisar a posição dos atletas a cada instante, permitindo determinar trajetória, velocidade, explosão, distância percorrida, entre outras variáveis, dados que podem ajudar a avaliar os aspectos físicos, técnicos e táticos do jogador e da equipe", explica.

Basicamente, existem dois tipos de tecnologia para esse tipo de avaliação: uma utiliza sensores de GPS ou de radiofrequência instalados no tênis ou no calção dos atletas; a outra, o processamento da imagem de sistemas de câmeras que acompanham a movimentação. Essa tecnologia, aliás, já é aplicada no tênis, por exemplo, para resolver lances polêmicos. "A partir de um sistema de câmeras que acompanham todos os movimentos são criados modelos tridimensionais que mostram se a bola foi 'dentro' ou 'fora'", esclarece Barros. No futebol, essa tecnologia é usada para criar mapas de deslocamento dos jogadores nas partidas e um novo sistema emprega procedimento similar para monitorar se a bola entrou ou não no gol.

Barros alerta, no entanto, que a 'popularização' dessa tecnologia pode resultar em aplicações muito simplificadas e erros. "Por exemplo, o uso de aparelhos de GPS de frequência muito baixa pode levar a conclusões incoerentes, pois eles não terão precisão suficiente para esse tipo de estudo", destaca.

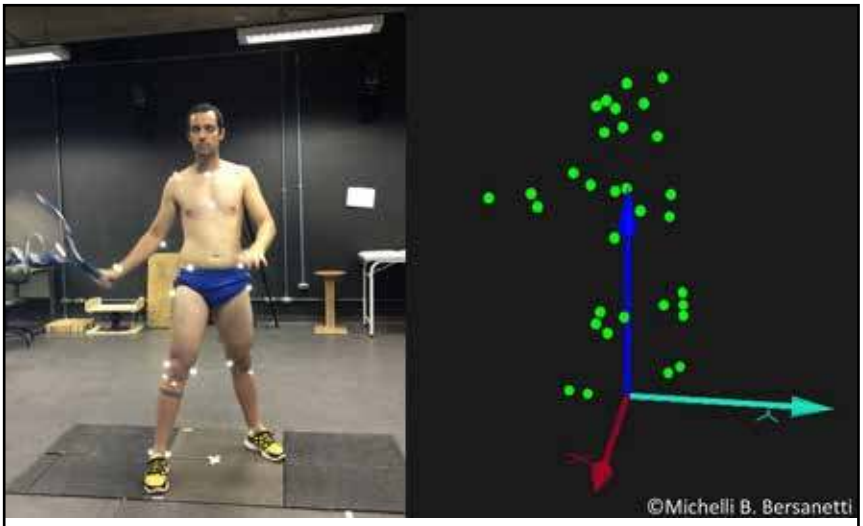
Outro problema é o caráter de infalibilidade que muitas vezes se concede ao sistema. "Vende-se uma ideia de que essas medidas são exatas, mas não são: há

incertezas na própria medição e a calibração do equipamento é feita a partir das linhas do campo, que no futebol são traçadas no olho, com enorme imprecisão", pondera.

Tênis e remo sob análise

Na USP de São Carlos, o grupo de Orivaldo Silva desenvolve sistemas biomecânicos para avaliação da movimentação de tenistas. O objetivo é identificar, por exemplo, mecanismos associados a lesões de músculos e articulações a partir da análise de características dinâmicas como a forma de segurar a raquete, bater na bola ou pisar na quadra. Para criar o sistema, ainda em aperfeiçoamento, a equipe trabalha com jogadores profissionais iniciantes, evitando atletas mais experientes.

"Os jogadores mais experientes possuem, em geral, um estilo próprio para realizar seus movimentos. Trabalhamos com atletas mais iniciantes para desenvolver um sistema que não esteja 'viciado' por essa programação", explica Silva. "Em uma comparação simples, quando uma equipe de Fórmula 1 testa o carro, não chama o campeão mundial, mas um piloto de testes, que tem um estilo menos marcado, o que torna mais fácil avaliar o próprio carro". A ideia é modelar um sistema que sirva para todos, a partir da comparação com um 'ser humano' virtual genérico, mas representativo.



Voluntário com marcadores reflexivos fixados no corpo (à esquerda) e reconstrução tridimencional dos movimentos executados (à direita). Sistema de avaliação biomecânica pode ajudar a previnir lesões associadas à prática do tênis e aprimorar o treinamento dos atletas. (foto: Michelli Bersanetti)

Na UFRJ, Alexandre Pino também realiza um trabalho de monitoramento biomecânico, mas com outro esporte olímpico, o remo, em parceria com a equipe do Flamengo. Equipamentos e sensores são instalados no barco e analisam a movimentação dos remadores a partir de parâmetros como a posição de seu tronco, a força aplicada ao remo e o movimento do 'carrinho' (parte móvel da embarcação onde os atletas se posicionam). A proposta é identificar, por exemplo, vícios e problemas de movimentação e desenvolver estratégias para sincronizar melhor as remadas nos barcos com mais de um remador.

Até o fim de 2014, o grupo pretende ter um barco-protótipo próprio, que não precise ser montado e desmontado a cada medição. Apesar dos avanços, Pino destaca que o projeto sofre com problemas comuns nesse tipo de iniciativa. "Além de questões técnicas, como panes, é difícil manter uma rotina de treinamentos", diz. "Todos estão muito bem-intencionados, mas há questões de agenda, provas, eventos, competições, viagens e uma delicada interação com atletas e técnicos que por vezes acaba atrasando o projeto".

Esporte paraolímpico

No esporte paraolímpico, em que as próteses e cadeiras de roda especiais são fundamentais para a própria prática de certas modalidades, também há diversas iniciativas em andamento. "Nessa área, os altos custos se refletem já na iniciação esportiva", avalia o educador físico Ciro Winckler, coordenador técnico de atletismo do Comitê Paraolímpico Brasileiro. "Por isso, buscamos parcerias com universidades e institutos de pesquisa, para criação de equipamentos que facilitem esse contato inicial". A *CH On-line* já falou de um projeto desse tipo, a criação de cadeiras de rodas especiais para a prática do *rugby* em escolas públicas pelo Instituto Nacional de Tecnologia (INT).

Um bom exemplo de centro dedicado ao desenvolvimento de tecnologia para o esporte paraolímpico é o NH/Resp, coordenado por Cleudmar Araújo. Criado em 2012 no âmbito do programa 'Viver sem limites', o núcleo integra a Rede Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva, ainda em fase de consolidação.

Em modalidades paraolímpicas, equipamentos como cadeiras de rodas e próteses são essenciais para a própria prática esportiva. às vésperas dos jogos de 2016, Brasil tenta aproximar academia e empresas para estimular a inovação na área de equipamentos esportivos de ponta e também para iniciação no esporte. (foto: Flickr/ steeljam - CC BY-NC-ND 2.0)

Caso queira visualizar a entrevista na íntegra, acesse: <http://cienciahoje.uol.com.br/especiais/supermaquinas-do-esporte/brasil-potencia-olimpica>. Acesso em: 26 dez. 2015.

RESUMO DO TÓPICO 1

Neste tópico, você viu:

- Os princípios básicos da biomecânica.
- Leis de Newton (Inércia, Força e Ação e Reação).
- Aceleração, a razão na qual a velocidade varia com o tempo.
- Desaceleração, quando a aceleração faz a diminuição da velocidade.
- Centro de Gravidade, ponto de aplicação de força representada pelo peso corporal.
- Deslocamento, ponto final menos o ponto inicial.
- Distância, trajetória entre dois pontos.
- Velocidade, deslocamento em determinado tempo.
- Velocidade média, velocidade instantânea e velocidade motora.
- Força.
- Torque, capacidade de realizar giro.
- Sistemas de Alavancas (Interfixa, Inter-resistente, Interpotente).
- Princípios físicos de hidrostática e hidrodinâmica (densidade, densidade relativa, empuxo, flutuação, viscosidade, tensão superficial e propulsão aquática).

AUTOATIVIDADE

1 As Leis de Newton foram descobertas por um cientista com várias especialidades nas áreas da matemática, química, física e mecânica, chamado Isaac Newton. Com base nesse conhecimento, assinale V para verdadeiro e F para falso sobre as informações abaixo:

( ) Esclareceu o que ocorre no movimento humano, quais as forças envolvidas e a forma com que essas forças se comportam.
( ) Classificou em cinco tipos distintos que serviram como fundamentos, explicações e entendimento de várias ciências, como é o caso da biomecânica.
( ) As Leis de Bernoulli regem o Movimento: Inércia, Força e Ação e Reação.
( ) É a resistência ao movimento ou a mudança de movimento que caracteriza a primeira lei de Newton.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta:

a) ( ) V, F, F, V
b) ( ) F, V, F, F
c) ( ) V, F, V, F
d) ( ) F, V, V, F

2 "Lei da Força acontece quando uma aceleração de um corpo está diretamente equilibrada com a força resultante que atua sobre o mesmo". Com base nessa informação, assinale a alternativa CORRETA:

a) ( ) É quando não ocorre nenhuma mudança na velocidade do objeto com uma força aplicada sobre ele.
b) ( ) É quando ocorre uma mudança na velocidade do objeto com uma força aplicada sobre ele.
c) ( ) É quando ocorre uma mudança na velocidade do objeto sem nenhuma força aplicada sobre ele.
d) ( ) É quando ocorre uma mudança na velocidade do objeto com uma flexibilidade aplicada sobre ele.

3 É um ponto de aplicação de força que representa o peso corporal:

a) ( ) Somente em centro de desaceleração.
b) ( ) Somente em centro de aceleração.
c) ( ) Somente em centro muscular.
d) ( ) Somente em centro de gravidade.

4 O deslocamento é caracterizado como mover _____ medido em uma linha _____ com diferença entre o ponto de _____ e do ponto de _____ (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008).

Assinale a alternativa CORRETA que preenche a citação acima:

a) ( ) um corpo, reta, partida, chegada.
b) ( ) um fluido, curva, chegada, partida.
c) ( ) um corpo, perpendicular, partida, chegada.
d) ( ) um fluido, paralela, chegada, partida.

5 Dentro dos conceitos da física, velocidade está inserida na cinemática, velocidade é representada pela relação entre o deslocamento de um corpo em determinado tempo, é a grandeza vetorial que mede a rapidez com que um corpo se desloca (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008).
Sobre essas distinções estudadas envolvendo velocidade, associe os itens a seguir:

I – Velocidade média
II – Velocidade instantânea
III – Velocidade motora

( ) É identificada pela rapidez de um objeto em um intervalo de tempo médio. Velocidade média é a divisão do intervalo de deslocamento.
( ) É a velocidade exata em que o indivíduo olha no velocímetro, é a velocidade do momento de percepção.
( ) É "a capacidade, com base na mobilidade dos processos do sistema nervo-músculo de desenvolver força muscular, de completar ações motoras, em determinadas condições, no mesmo tempo" (FREY,1977 apud WEINECK,1991).

6 Para Newton, a força que atua sobre um corpo é capaz de modificar o estado de repouso ou do movimento retilíneo (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008). Assinale V para verdadeiro ou F para falso sobre as suas características:

( ) Qualquer ação que seja responsável por variações da velocidade é considerada força, o peso de um corpo, resistência do ar da água, atrito e contração muscular exercem força.
( ) Força é uma grandeza vetorial, dinâmica que tem como resultante de sua ação a variação da velocidade, complementa a aceleração adquirida, direção, ponto de aplicação.
( ) "Força é um empurrão, um puxão, força é qualquer coisa que faça um objeto sair e voltar ao repouso, aumentar ou diminuir a velocidade, ou mudar de direção" (MCGINNIS, 2015, p. 20).

( ) “Newtons”, como forma de homenagear Isaac Newton, leva o símbolo “N”, e “um Newton de força é necessária para acelerar um quilo de massa 2m/s²” (MCGINNIS, 2015, p. 20).
( ) Considerando as definições da Física, força é uma tração ou repulsão que altera ou deseja alterar o estado de movimentação de um corpo.

7 A biomecânica tem uma relação estreita com a força, EXCETO:

a) ( ) Não realizam nenhum tipo de movimento muscular.
b) ( ) Não realizam trabalho com as forças internas e externas.
c) ( ) Não fazem parte dos ligamentos, cartilagem e ossos.
d) ( ) Faz movimentação igualmente das estruturas, dos corpos e trabalham com as forças internas e externas.

8 Um movimento _____ acontece quando músculos geram tensão e tracionam os ossos para sustentar ou mover _____ assim ocorre a ação _____ (MCGINNIS, 2015).

Assinale a alternativa CORRETA que preenche a citação acima:

a) ( ) de alavanca, resistências, da alavanca.
b) ( ) de flexibilidade, potência, da alavanca.
c) ( ) de inércia, interfixa, da alavanca.
d) ( ) de força, de alavanca, da alavanca.

9 O sistema de alavanca possui três tipos principais. Sobre esses tipos, associe os itens a seguir:

I – Alavanca de equilíbrio
II – Alavanca de força
III – Alavanca de velocidade

( ) Alavanca Interpotente.
( ) Alavanca Interfixa.
( ) Alavanca Inter-resistente.

Agora, assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA:

a) ( ) I - II – III
b) ( ) II – I – III
c) ( ) III – II – I
d) ( ) III – I – II

10 Analise as afirmações a seguir e indique as corretas:

a) ( ) Pode haver movimento mesmo na ausência de forças.
b) ( ) A resultante das forças que agem num corpo é nula. Necessariamente o corpo está em repouso.
c) ( ) Um corpo realiza um movimento retilíneo e uniforme sob ação de duas forças $\mathbf{F}_1$ e $\mathbf{F}_2$. Estas forças têm mesma direção, mesma intensidade e sentidos opostos.
d) ( ) Um corpo em repouso tende, por inércia, a permanecer em repouso.

TÓPICO 2

BIOMECÂNICA VOLTADA À ANÁLISE DO MOVIMENTO HUMANO

1 INTRODUÇÃO

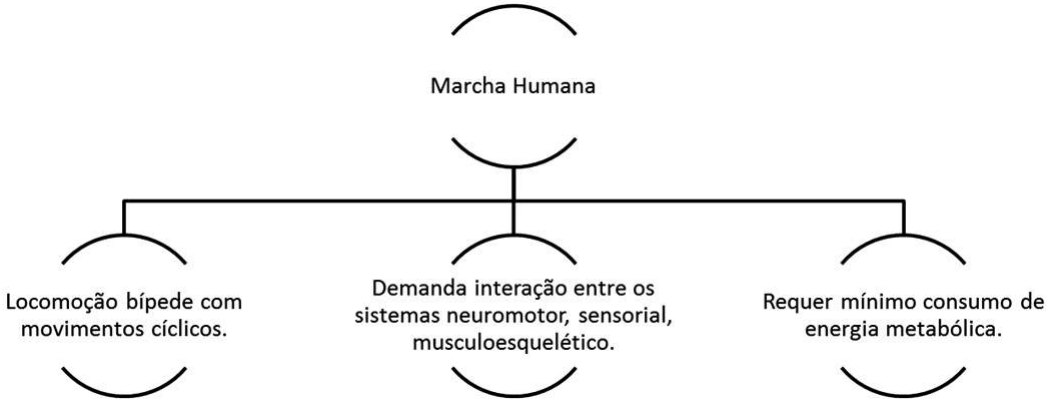
Neste tópico, você verá como a biomecânica é usada na pesquisa científica, especificamente na análise do movimento da marcha, corrida, salto e ciclismo. A escolha destes movimentos se deu pelo fato delas serem os movimentos mais comuns que fazem parte do dia a dia do ser humano. Você vai entender como são feitos, para que servem e em que aspectos diferem.

2 BIOMECÂNICA APLICADA À MARCHA

> O movimento rítmico (que combina um perfeito equilíbrio entre forças externas que agem no corpo e a resposta das forças internas proveniente dos músculos, tendões, ossos, ligamentos e cápsulas) e que leva o corpo em locomoção progressiva à frente, é chamado de marcha (KIRKWOOD; ARAÚJO; DIAS,p. 267, 2006).

A marcha humana tem algumas características:

FIGURA 149 - CARACTERÍSTICAS DA MARCHA HUMANA



FONTE: Morais Filho, Reis e Kawamura (2010, p. 23)

O padrão de marcha em adultos difere em cinco aspectos da marcha das crianças (MORAIS FILHO; REIS; KAWAMURA, 2010, p. 23):

- aumento da duração do apoio simples;
- aumento da velocidade da marcha;
- aumento do comprimento de passo;
- aumento da proporção entre a largura da pelve e a distância entre os tornozelos;
- redução da cadência.

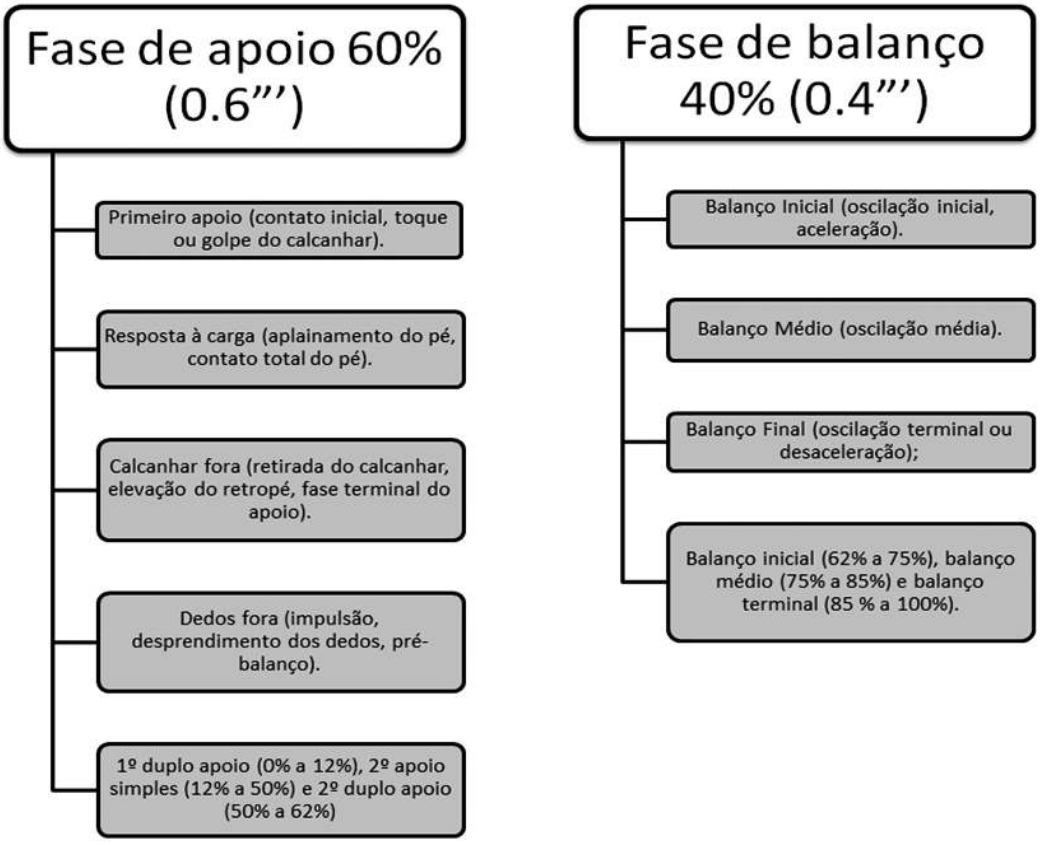
No vídeo sugerido, você poderá entender a biomecânica evolutiva da marcha:

Acesse o endereço e veja a biomecânica evolutiva da marcha:
<https://www.youtube.com/watch?v=dhL-Y41JjQ8>

"A marcha humana (andar), apesar de ser um movimento inconsciente e quase automático, é altamente complexo, pois exige harmonia do corpo, internamente contrapondo as forças externas que estão em constante ação sobre os segmentos" (KIRKWOOD et al., p. 104, 2007).

O ciclo da marcha divide-se em duas fases distintas (apoio e balanço), caracterizado por dois contatos iniciais consecutivos realizados pelo mesmo membro inferior. Na velocidade de marcha habitual de 80m/min., estas fases representam, respectivamente, 62% e 38% do ciclo de marcha (MORAIS FILHO; REIS; KAWAMURA, 2010).

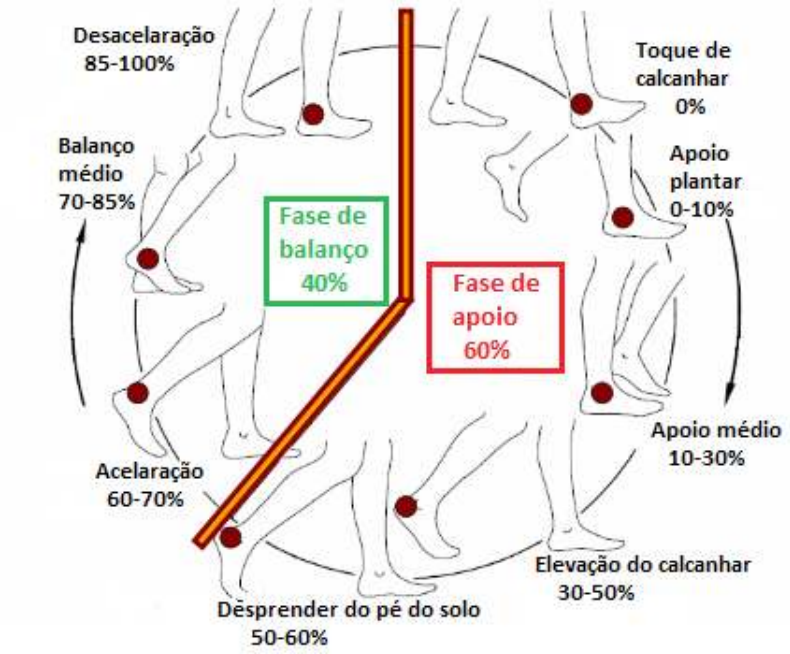
FIGURA 150 - FASES DO CICLO DA MARCHA



FONTE: Morais Filho, Reis E Kawamura (2010)

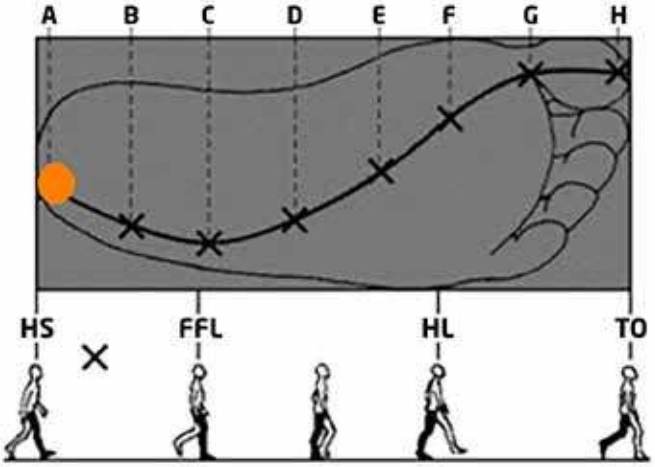
A velocidade da marcha em pessoas normais começa a diminuir no envelhecimento, com perdas que variam de 16% a 20% por década, associada à redução do comprimento da passada. Estudar a marcha envolve entender o equilíbrio dessas variáveis biomecânicas (KIRKWOOD; ARAÚJO; DIAS, 2006).

FIGURA 151 - ANÁLISE DOS CICLOS DA MARCHA HUMANA



FONTE: Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj9l__srtvJAhUDgJAKHQSzBsIQjRwIBw&url=http%3A%2F%2Fmecanism omarchaintviii.weebly.com%2Fpesquisa-bibliografica.html&psig=AFQjCNETqqGCXT i9ftCvPplJ1HsGN0u-3Q&ust=1450182708698202>. Acesso em: 14 dez. 2015.

FIGURA 152 - FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO SOBRE O PÉ



FONTE: Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKE wiF5eL5q9vJAhUCQ5AKHTovBXEQjRwIBw&url=http%3A%2F%2Fwww2.fm.usp.br %2Ffofito%2Ffisio%2Fpessoal%2Fisabel%2Fbiomecanicaonline%2Fcomplexos%2Fmarcha.php&bvm=bv.109910813,d.Y2I&psig=AFQjCNGgwlxmOqukeL2Ph AtameREQyqkAQ&ust=145018>2147123752>. Acesso em: 14 dez. 2015.

O cálculo e a descrição das forças que produzem o movimento são necessários para a análise biomecânica da marcha e compreendem (KIRKWOOD et al., 2007):

- parte da mecânica que descreve os movimentos da marcha são os dados temporais, espaciais e cinemáticos;
- variáveis cinemáticas incluem aceleração, velocidade e deslocamento angular;
- deslocamento angular descreve as amplitudes dos movimentos articulares durante a marcha;
- o estudo das forças que agem em nosso corpo é denominado cinética e incluem os momentos de força, potência e trabalho das articulações, bem como as forças de reação do solo durante o movimento.

Veja um exemplo de artigo de pesquisa que analisou a marcha.

Análise biomecânica das articulações do quadril e joelho durante a marcha em participantes idosos

Os autores descreveram as características da marcha de um grupo de participantes com idade entre 55 e 75 anos, para compreender as alterações biomecânicas. Veja os gráficos do artigo e como é feita esta análise.

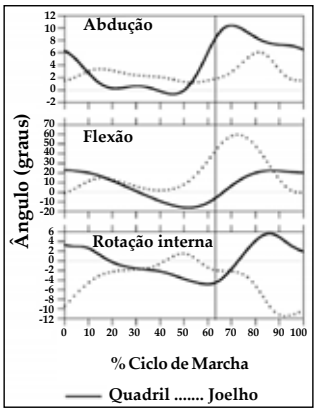


Figura 1 - Deslocamento angular (graus) das articulações do quadril e joelho durante a marcha (*N* = 30). Linha vertical indica toe-off.

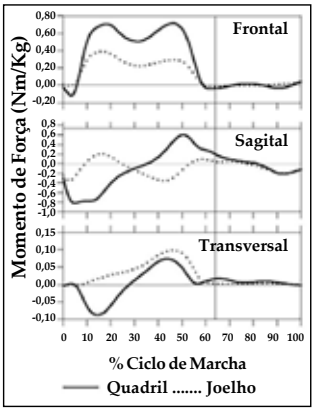


Figura 2 - Momento de força (Nm/kg) das articulações do quadril e joelho durante a marcha (*N* = 30). Linha vertical indica toe-off.

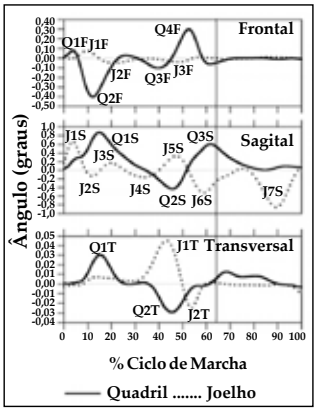


Figura 3 - Potência(W/kg) das articulações do quadril e joelho durante a marcha (*N* = 30). Linha vertical indica toe-off.

FONTE: KIRKWOOD, R. N. et al. Análise biomecânica das articulações do quadril e joelho durante a marcha em participantes idosos. **Acta ortop. Bras.**, v.15, n.5, p. 267-271, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/fp/v21n3/pt_1809-2950-fp-21-03-00291.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2015.

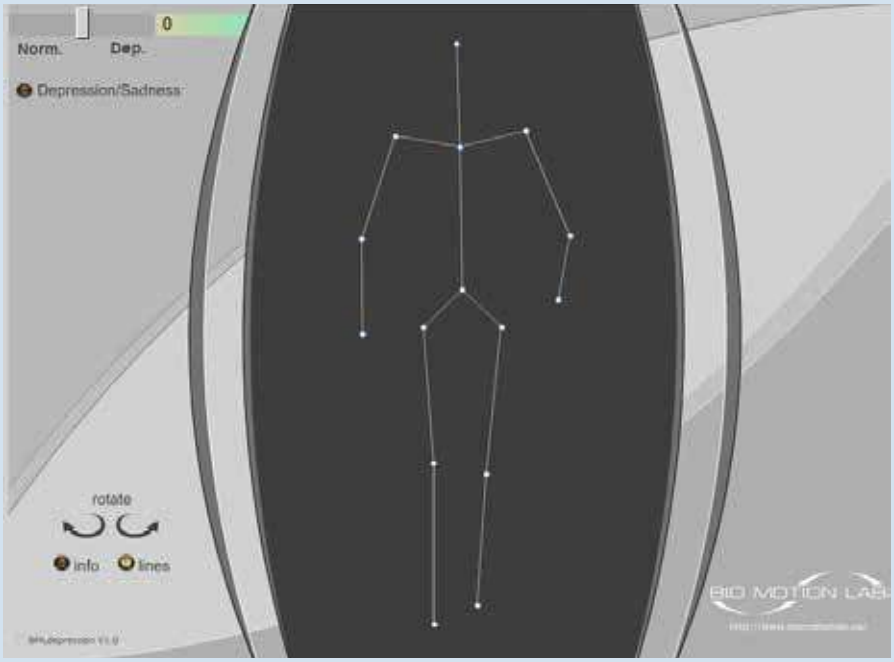
Atualmente, vários laboratórios de biomecânica existem nas universidades que trabalham com os mais variados programas e análises da marcha em indivíduos normais e/ou com alguma limitação física, doença, entre outros. Mas vale a pena falar de um laboratório chamado de *BioMotionLab*. Este laboratório fica no Canadá, na Queen's University in Kingston, Ontario, e tem como foco as questões que envolvem o processamento da informação sensorial, percepção, cognição e comunicação envolvidos na marcha. Entre no *site* oficial e veja as pesquisas desenvolvidas. <http://www.biomotionlab.ca/>

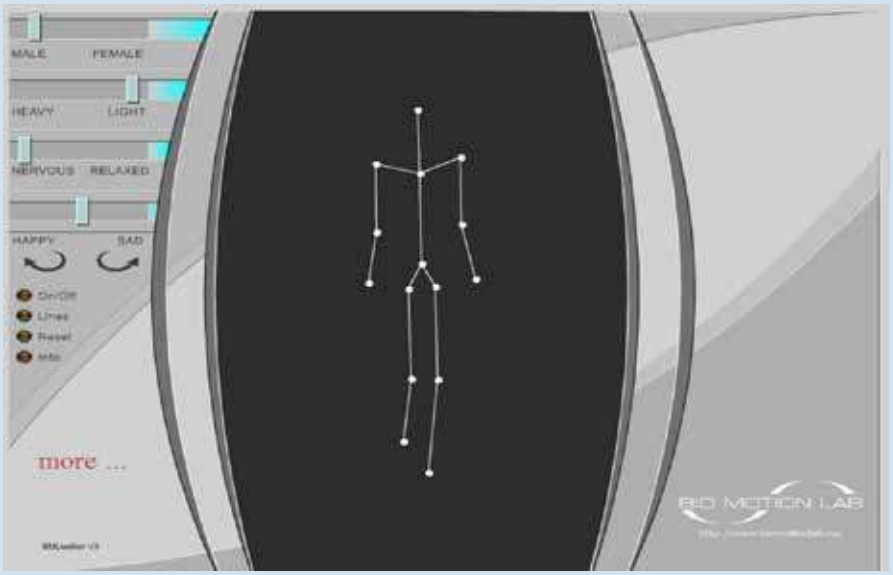
A seguir trazemos alguns estudos desenvolvidos pelo *BioMotionLab.:*

- **Estudo 1 do laboratório *BioMotionLab***

Pesquisa de Michalak et al. (2010) da University of Hildesheim, Germany, que é parceiro deste laboratório, por meio de sistema óptico de captura de movimentos, observaram como as pessoas deprimidas e não deprimidas diferem ao caminhar. Utilizaram voluntários que andaram no laboratório e monitoraram a velocidade e o estilo da caminhada. Os movimentos foram rastreados de forma tridimensional, usando mais de 40 pequenas marcas reflexivas afixadas ao corpo. Concluíram que as pessoas deprimidas caminham mais devagar, balançando menos os braços, postura curvada e inclinada para frente e que a parte superior do corpo tendia a balançar de um lado para o outro, e não subia e descia.

Acesse o *site* e faça a simulação, no vídeo, de como a pessoa anda.





Estudo 2 do laboratório *BioMotionLab*

Pesquisa de Michalak, Rohde e Troje (2015) a University of Hildesheim, Germany, está desenvolvendo uma pesquisa chamada de *Popular science: How we walk makes a difference,* que tem como objetivo demonstrar efeito do estilo da caminhada sobre a eficiência de memorização de palavras positiva ou negativamente carregados a partir da memória.

Este estudo, ao ser publicado em 2015, chamou atenção da mídia (cobertura por inúmeros jornais, *sites* de notícias, internet e *blogs* de ciência, programas de TV, e apareceram artigos em grandes jornais, como The Globe and Mail no Canadá, o Independent no Reino Unido, a Zeit na Alemanha, e a Wall Street Journal nos EUA.

Essa pesquisa está inacabada, mas relata alguns achados, como a tendência dos indivíduos deprimidos de se lembrar de eventos negativos onde o mundo parece ser um lugar ruim se sua memória tendenciosa amplificar os maus acontecimentos. Isso pode causar depressão. A depressão, por um lado, e o viés de lembrar eventos negativos, por outro lado, reforçam-se mutuamente a levá-lo mais e mais profundamente à depressão. O fato de que o estilo de andar afeta o viés de memória é, portanto, interessante. No entanto, isso não significa necessariamente que a adoção de um estilo de andar feliz faz de você uma pessoa mais feliz. Concluem dizendo que precisam de mais pesquisas para mostrar como mudando o padrão do andar, muda-se o padrão de pensamento.

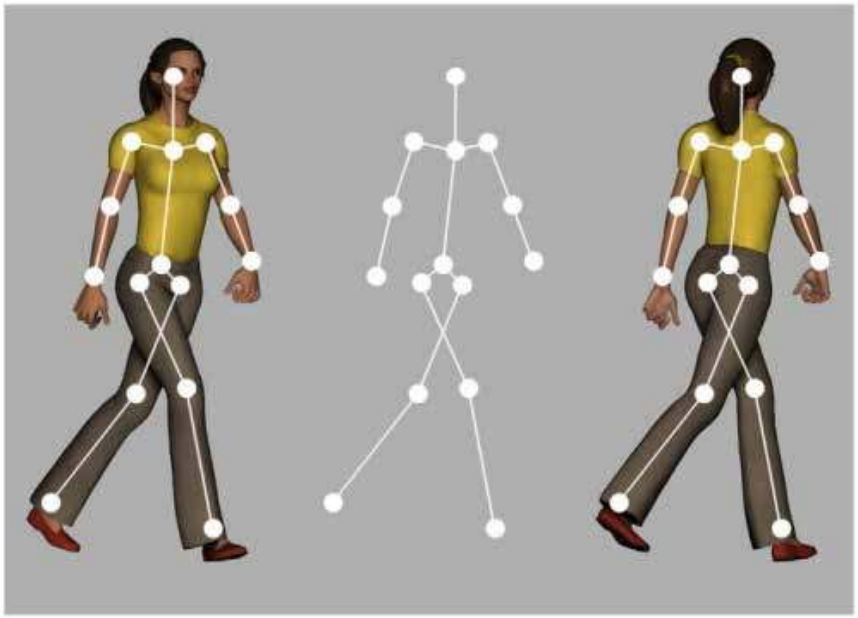


Fig. 1. An example of a static multistable stick figure walker (center), with both the front-facing (left) and rear-facing (right) orientations shown superimposed on the same stick figure walker in order to show the two possible perceptual interpretations of these stimuli.

Exemplo de como são feitas as análises do caminhar por pontos luminosos afixados

FONTE: Disponível em: <http://www.biomotionlab.ca/wp-content/uploads/2015/01/collage3.jpg>. Acesso em: 20 dez. 2015.

Finalizamos apontando o *link* para quem tem interesse em ver mais pesquisas deste laboratório, *BioMotionLab*, pois são inúmeras pesquisas fenomenais com o andar, que valem a pena conferir no *site* oficial.

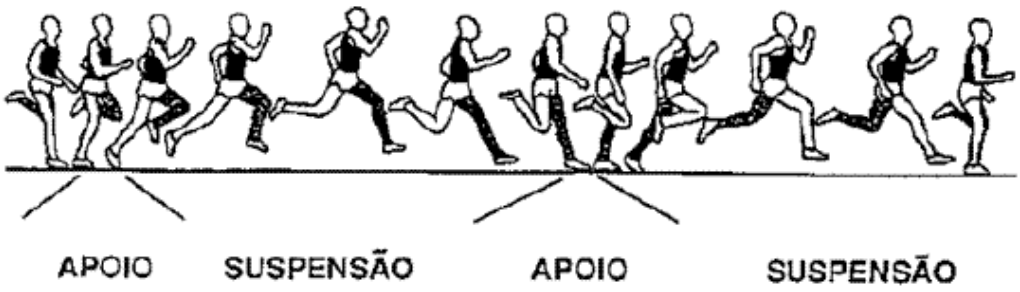
Acesse esse *link* do *Youtube* e veja como é feita a filmagem nesse laboratório. O vídeo traz a filmagem da dança *Breakdancing:* <https://www.youtube.com/watch?v=G-svSo7UebA>.

O *link* a seguir é o canal desse laboratório no *Youtube*, com vários vídeos interessantes: <https://www.youtube.com/user/BioMotionLab>.

Agora que você entendeu sobre a caminhada e as diferentes pesquisas realizadas, vamos ver a diferença com a corrida.

A corrida incorpora a ação de vários níveis do sistema nervoso, considerada como uma atividade motora altamente complexa e envolve grande parte dos músculos do corpo, exigindo acentuada coordenação da amplitude de movimento e assim as mudanças na frequência e amplitude de passada exigem alterações nos níveis de alongamento-encurtamento muscular, bem como na taxa de força desenvolvida (FRAGA et al, 2007).

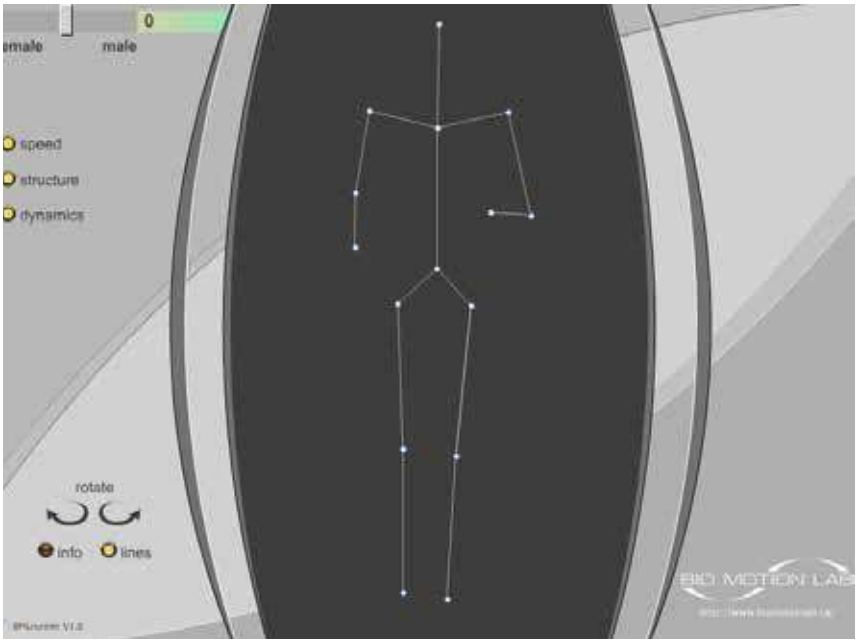
FIGURA 153 - CICLO DA CORRIDA



FONTE: Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjKqKqw9tvJAhVHRiYKHcL_Ac8QjRwIBw&url=http%3A%2F%2Fwww.ortopediadoesporte.com.br%2Fmanual-do-corredor-biomecanica%2F&psig=AFQjCNGSak4Mrx8AI2reRY4CdTPXzNq3bg&ust=1450199841598735>. Acesso em: 14 dez. 2015

A avaliação biomecânica constitui-se em uma importante ferramenta para a busca da melhora do desempenho de corredores, focando, principalmente, na velocidade e no tipo do calçado, e a eletromiografia (EMG) de superfície é um dos instrumentos mais comuns, pois avalia a fadiga muscular por meio da atividade elétrica dos músculos superficiais, utilizando-se a amplitude e o espectro de potência do sinal (SILVA; FRAGA; GONÇALVES, 2007).

FIGURA 154 - VÍDEO DE ANÁLISE BIOMECÂNICA DA CORRIDA



FONTE: Disponível em: <http://www.biomotionlab.ca/Demos/BMLrunner.html>. Acesso em: 14 dez. 2015.

As provas de corridas fazem parte do atletismo. Veja as classificações:

QUADRO 1 - DIVISÕES DAS PROVAS DO ATLETISMO BEM COMO SUAS DISTÂNCIAS, DE ACORDO COM A IAAF (FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE ATLETISMO)

	Curtas Distâncias	Médias Distâncias	Longas Distâncias (*Endurance*)	Revezamentos
Masculino	100m, 200m e 400m rasos e 110m e 400m com barreiras	800m, 1000m e 1500m	2.000m, 3.000m, 3000m com obstáculos, 5.000m, 10.000m, 20.000m, 1 hora, 25.000m, 30.000m, 42.000M (Maratona)	4x100m, 4X200m, 4x400m, 4x800m e 4x1500m
Feminino	100m, 200m e 400m rasos e 100m e 400m com barreiras	800m, 1000m e 1500m	2.000m, 3.000m, 3000m com obstáculos, 5.000m, 10.000m, 20.000m, 1 hora, 25.000m, 30.000m, 42.000M (Maratona)	4x100m, 4x200m, 4x400m, 4x800m e 4x1500m

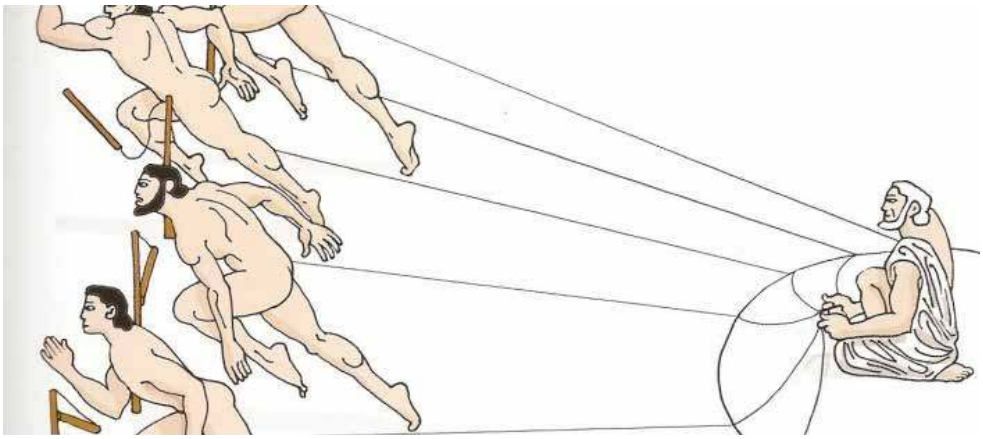
FONTE: Pereira e Lima (2010)

Essas provas e seus resultados foram se modificando ao longo do tempo com o avanço do estudo da cinesiologia e biomecânica. Uma das principais modificações aconteceu no sistema de partida.

FIGURA 155 - MOMENTO DA PARTIDA REPRESENTADO POR ESTATUETA DE BRONZE

FONTE: Ginciene e Matthiesen (2012)

FIGURA 156 - SISTEMA COM "OPERADOR DE LARGADA"



FONTE: Ginciene e Matthiesen (2012)

Hoje, o posicionamento dos árbitros veio a partir do sistema representado na figura acima, conhecido como *hýsplex*, o qual possuía um "operador de largada" ou *aphétes*, posicionado atrás dos corredores a fim de comandar a largada e corrida. A largada evoluiu com os estudos biomecânicos. Em 1896, cada um saía a seu jeito; cem anos depois, os atletas partem de um bloco de largada (GINCIENE; MATTHIESEN, 2012).

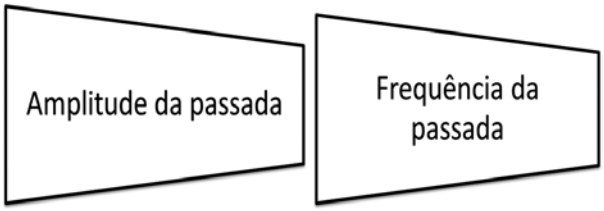
FIGURA 157 - SISTEMA MODERNO DE LARGADA

FONTE: Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&ua ct=8&ved=&url=https%3A%2F%2Fchubutdeportes.wordpre ss.com%2F2013%2F11%2F29%2Fchubut-aseguro-el-subcampeonato-en-atletismo-masculino%2F&bvm=bv.110151844,d.Y2I&psig=AFQjCNH4Jng4Y3IM4Pa6zdTwKUX2srbRLg&ust=1450351319447022>. Acesso em: 16 de dez. 2015

Quando o indivíduo corre, a força de reação vertical do solo é aproximadamente de duas a três vezes a massa corporal total na fase de apoio e na etapa de impulsão da corrida, o pico de força do solo é maior do que da fase de apoio. Quando ocorre um aumento na velocidade da corrida também se tem efeitos na magnitude da força de reação do solo (MARQUES, 2004).

A velocidade na corrida depende de dois fatores:

FIGURA 158 - FATORES QUE INTERFEREM NA VELOCIDADE DA CORRIDA



FONTE: Fraga et al. (2007)

Para determinar a velocidade de deslocamento, pode ser feito por meio do comprimento da passada (CP) (a distância de cada passada) e da frequência da passada (FP) (a quantidade de passadas praticadas num determinado tempo) (HAY, 1981).

Imagine que um corredor possui uma passada de 1,85 metros (m) e 3 passadas por segundo (s). Qual é sua velocidade (V)?

Eu quero: V = ?
Eu tenho a medida da passada CP = 1,85 m e a frequência da passada FP = 3s
Fórmula:
Velocidade = CP x FP = ? metros por segundo (m/s)
Resposta: V = 1,85 x 3 = 5,55 m/s
O indivíduo corre a uma velocidade de 5,55 m/s.

A distância é um comprimento entre duas coisas, é o tempo (t) de deslocamento (HALL, 1993). Digamos que em uma corrida de velocidade o indivíduo se deslocou 9 m. O tempo (t) gasto foi de 6 segundos. Qual é a velocidade média (Vm) deste indivíduo?

Eu quero: Vm= ?
Eu tenho a medida de distância = 9m e a tempo gasto foi de = 6s
Fórmula:
Vm = deslocamento / tempo gasto = ?
Resposta: Vm = 9 / 6 = 1.5 m/s
Em média o indivíduo corre a uma velocidade de 1.5 m/s em 9 metros.

Agora, para avaliar a rapidez média (Rm) precisa-se dividir a distância percorrida (d) pelo tempo transcorrido (t) no percurso (HALL, 1993).

Um indivíduo, ao chegar a um determinado ponto percorreu 9m, com um tempo de 3 segundos.

Eu quero: Rm= ?
Eu tenho a medida de distância = 9m e a tempo gasto foi de = 3s
Fórmula:
Rm = distância /tempo gasto
Resposta: Rm = 9 / 3 = 3 m/s
A rapidez do indivíduo foi de 3 m/s em 9 metros.

A mudança da velocidade num determinado intervalo de tempo chama-se aceleração (a) (HALL, 1993).

Considerando-se a velocidade em um momento (v1) é igual a 2 m/s, a velocidade no momento seguinte (v2) é igual a 5 m/s e o tempo transcorrido foi de 10 s, podemos saber a aceleração:

Eu quero: a = ?
Eu tenho a v1 = 2 m/s, v2 = 6 m/s e t= 10s
Fórmula:
a = velocidade em um momento (v2) - velocidade no momento seguinte (v1)
tempo transcorrido
Resposta: a = 6 - 2 / 10 = 0.4 m/s

3 BIOMECÂNICA APLICADA AO CICLISMO

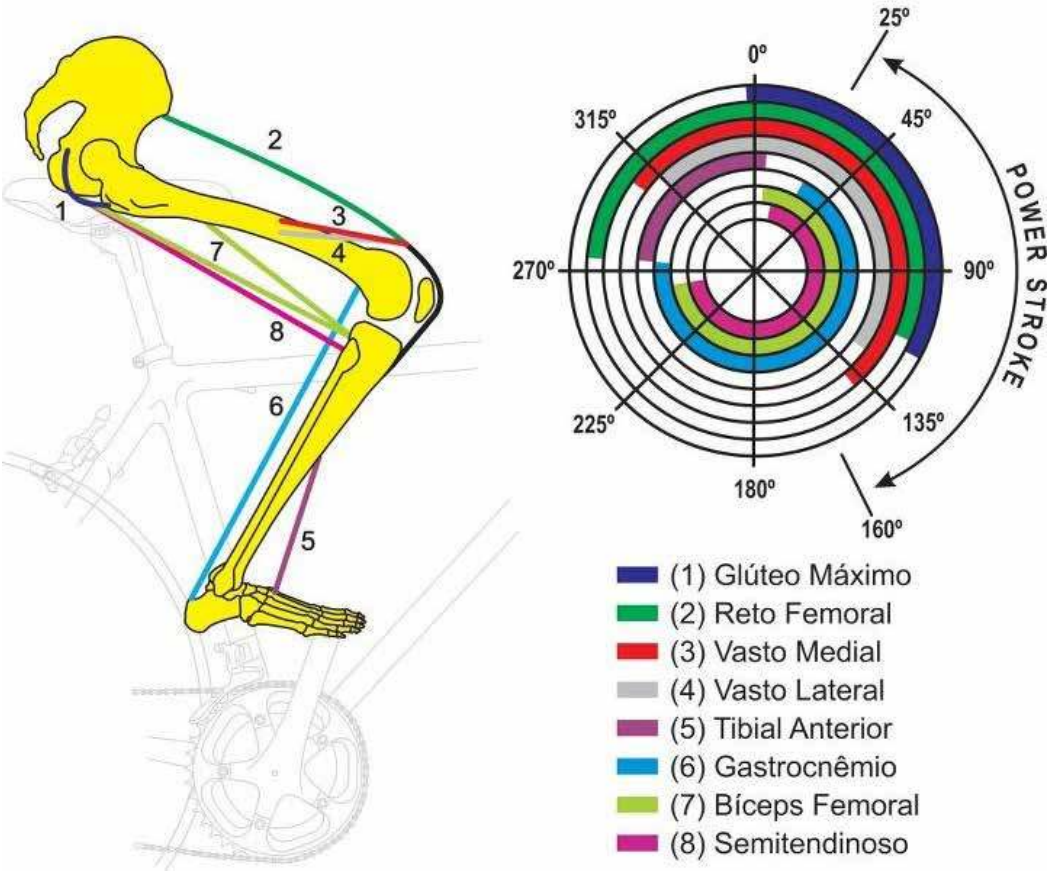
O ciclismo é uma modalidade que exige resistência e velocidade, além de uma complexa interação entre o indivíduo e a bicicleta (DREYER NETO; SCHMIDT; CANDOTTI, 2001).

> Para ser eficiente requer forças aplicadas e bicicletas mais leves e com geometria aerodinâmica, pois o pedalar requer movimentos sincronizados de múltiplas articulações em cadeia cinética fechada visando gerar propulsão por meio da utilização das forças produzidas, principalmente, por músculos da região lombo-pélvica e membros inferiores (ALENCAR; MATIAS; OLIVEIRA, 2010, p. 40).

O ciclismo pode ser praticado dentro ou fora de ambientes e em várias modalidades, tais como, ciclismo *road*, ciclismo de *Moutain bike* (MTB*), Downwhill*, ciclismo de velódromo, Bicicross ou BMX, além das bicicletas estacionárias com a utilização de carga ajustável, chamado de ciclismo *indoor*, realizado dentro das academias (MESQUITA FILHO; CASTRO, 2011).

Durante a pedalada, a produção de potência e a aplicação de força ao pedal, em cada membro, são alteradas durante todo o ciclo do pé de vela, de acordo com a mudança na posição dos membros inferiores, influenciadas por fatores como o tempo e a intensidade do exercício (CARPES et al., 2007). Veja no exemplo a seguir a quantidade de músculos que são solicitados durante a pedalada.

FIGURA 159 - MÚSCULOS SOLICITADOS DURANTE A PEDALADA

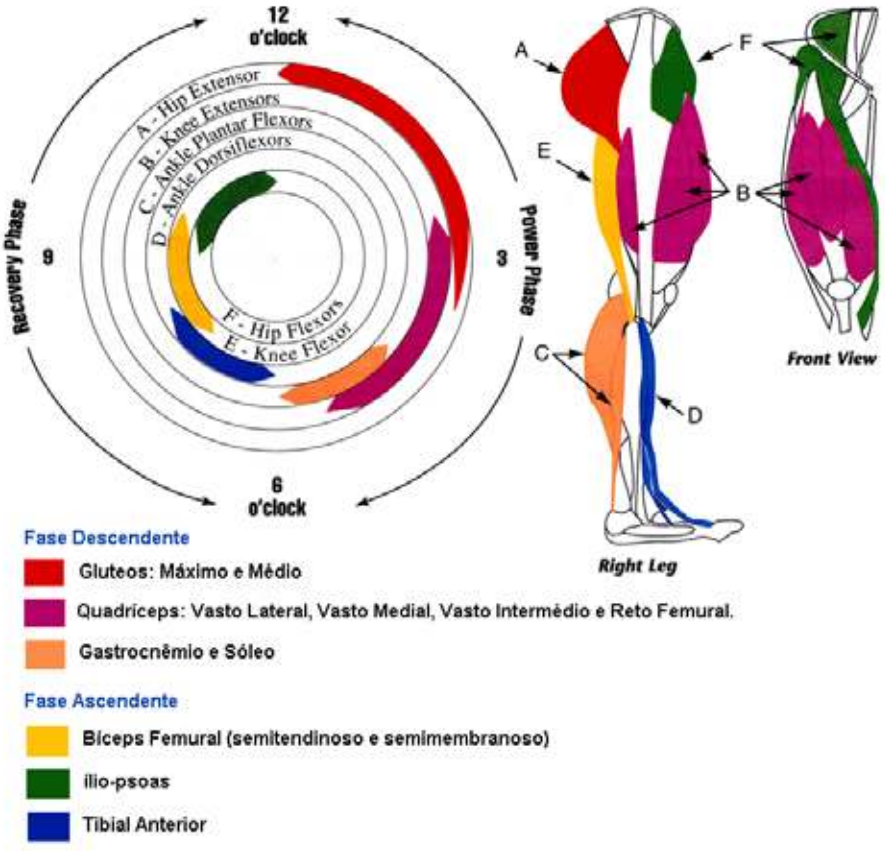


FONTE: Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=&url=https%3A%2F%2Foprojetopedal.wordpress.com%2F2014%2F03%2F26%2Fpensas-que-sabes-pedalar%2F&psig=AFQjCNEta1iXle8tJvBebfEeacEfCfXHUA&ust=1450352825916490>. Acesso em: 16 dez. 2015.

Você sabia que o ciclismo não é um movimento natural na ergonomia do ser humano, como é o caminhar e o correr? Como consequência disso, a menor irregularidade no campo da simetria física pode levar a todo tipo de reclamações (dores).

Para estudar a biomecânica do ciclismo, diversas ferramentas têm sido utilizadas para a compreensão do movimento da pedalada, para melhoria da eficiência e evitar lesões (DIEFENTHAELER et al., 2008). Por exemplo, com o selim muito baixo e/ou avançado pode ocorrer uma flexão ou uma "movimentação" médio-lateral excessiva do joelho, enquanto que com o selim muito alto e/ou recuado pode ocorrer uma tensão excessiva dos músculos posteriores da coxa podendo ocasionar lesões como, por exemplo, tendinite (MARTINS et al., 2007).

FIGURA 160 - MÚSCULOS SOLICITADOS DURANTE A PEDALADA

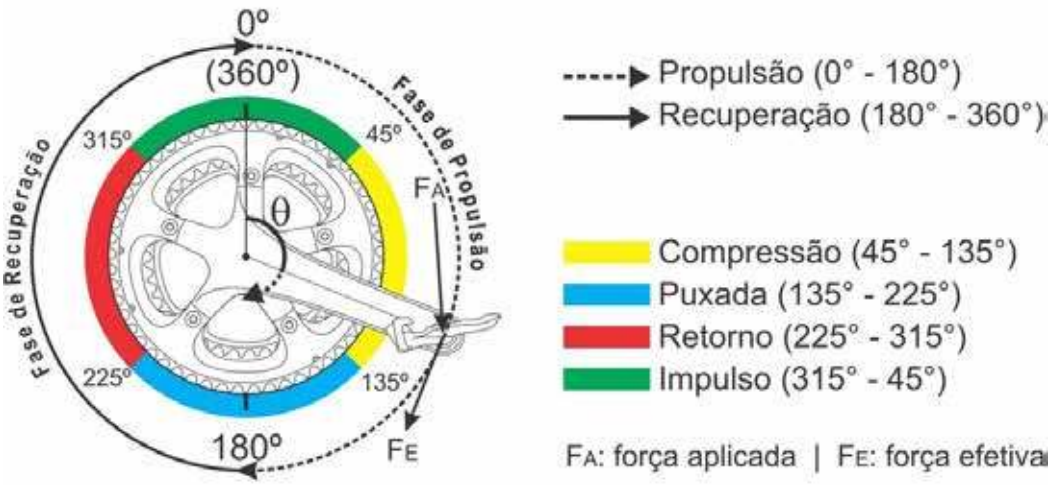


FONTE: Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=&url=http%3A%2F%2Fforum velomania.ru%2Farchive%2Findex.php%2Ft-168873-p-6.html&psig=AFQjCNEta1iXle8tJvBebfEeacEfCfXHUA&ust=1450352825916490>. Acesso em: 16 dez. 2015.

A pedalada é cíclica e repetitiva, envolve a rotação completa do eixo do pedal em torno do eixo central da bicicleta e pode ser considerada um gesto motor tridimensional complexo, compreendido no plano sagital pela flexão e extensão do joelho, quadril e tornozelo, a abdução e adução do quadril no plano frontal e consequentemente, a rotação da tíbia no plano transversal (MESQUITA FILHO; CASTRO, 2011).

A força aplicada ao pedal apresenta comportamentos diferenciados ao longo do ciclo da pedalada, ou seja, a circunferência do ponto mais alto deste ciclo (considerado como 0º graus) e realiza um movimento de giro até retornar a mesma posição (considerada, então, como 360º). (HOLDERBAUM; PETERSEN; GUIMARÃES, 2012).

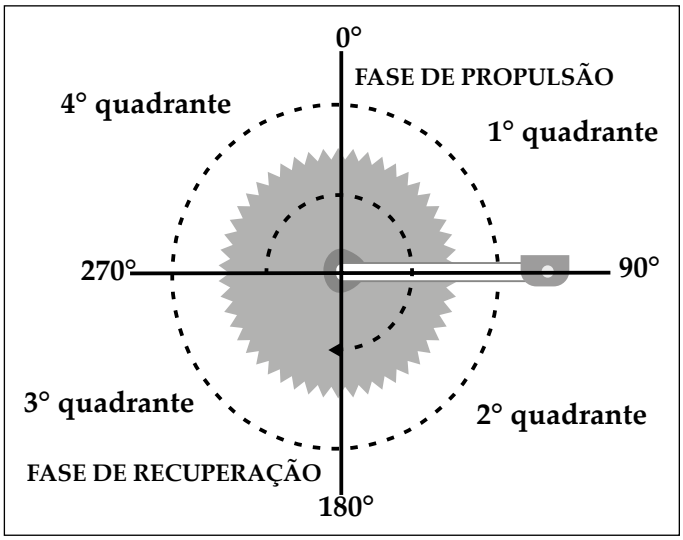
FIGURA 161 - FASES DE ANÁLISE DA PEDALADA



FONTE: Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=&url=http%3A%2F%2Fwww.wsconsultoriaesportiva.com.br%2Fsite%2Fnoticias%2F29%2F2013%2F03%2Ftecnica_deciclismo&psig=AFQjCNEta1iXle8tJvBebfEeacEfCfXHUA&ust=1450352825916490>. Acesso em: 16 dez. 2015.

> O ciclo de pedalada divide-se em duas fases, chamada de fase de propulsão (de 0º a 180º) e fase de recuperação (de 180º a 360º), ou em quatro quadrantes: o 1º de 0º a 90º, o 2º de 90º a 180º, o 3º de 180º a 270º, e o 4º de 270 a 360º, onde a magnitude, direção e sentido de aplicação de força no pedal possuem combinações diferenciadas nas duas fases e nos quatro quadrantes do ciclo da pedalada implicando diretamente na propulsão gerada (HOLDERBAUM; PETERSEN; GUIMARAES, 2012, p. 553).

FIGURA 162 - FASES DE ANÁLISE DA PEDALADA



FONTE: Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiQnputjuHJAhUJhpAKHahZC3sQjRwIBw&url=https%3A%2F%2Fpaulacavalcantepersonal.wordpress.com%2F2012%2F02%2F&psig=AFQjCNEta1iXle8tJvBebfEeacEfCfXHUA&ust=1450352825916490>. Acesso em: 16 de dez. 2015.

Além da pedalada, outros aspectos que podem ser levados em consideração na análise biomecânico do ciclismo, são:

FIGURA 163 - ASPECTOS ANALISADOS NA BIOMECÂNICA DO CICLISMO

FONTE: Alencar e Matias (2010)

DICAS

Veja exemplo de artigo de pesquisa que usou de análise biomecânica do ciclismo.

Modelo para quantificação das forças musculares e articulares na coluna cervical durante o ciclismo

Os autores estimaram as forças musculares (FMR) e articulares (FAR) resultantes atuantes sobre a coluna cervical durante o ciclismo, em nove ciclistas nas posturas descanso, intermediária e ataque. Utilizaram de análise a imagem por filmagem da postura sagital da coluna vertebral, onde colocaram marcadores reflexivos sobre dez pontos anatômicos na cabeça e coluna cervical. Calcularam-se as FMR e FAR utilizando um modelo biomecânico e as equações de movimento segundo a técnica da dinâmica inversa. Observaram que as FMR e FAR aumentam à medida que a coluna cervical se torna mais estendida e a cabeça anteriorizada.

FONTE: Delwing, G. et al. Modelo para quantificação das forças musculares e articulares na coluna cervical durante o ciclismo. **Anais do XII Congresso Brasileiro de Biomecânica**. São Paulo. 2007. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/biomec/articles%202/12%20(XII)%20CBB/Delwing%20%20Modelo%20cervical%20ciclismo.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2015.

FIGURA 164 - POSTURAS ANALISADAS NO CICLISMO

FONTE: Delwing et al. (2007)

ESTUDOS FUTUROS

Agora que você entendeu sobre o pedalar e o ciclismo, vamos ver como os saltos são importantes e como são analisados.

4 BIOMECÂNICA APLICADA AO SALTO

O salto vertical é utilizado em diversas modalidades esportivas (cortadas e bloqueios no voleibol, arremessos no handebol, rebotes no basquetebol, saltos no balé etc.) (SILVA; MAGALHÃES; GARCIA, 2005). O salto vertical é afetado por diversos fatores que influenciam na força em vários segmentos corporais, articulações, músculos e tendões do ponto de vista mecânico e neuromuscular (SILVA; OLIVEIRA, 2003). Confira esses fatores:

FIGURA 165 - FATORES QUE INFLUENCIAM NO SALTO VERTICAL

FONTE: Delwing et al. (2007)

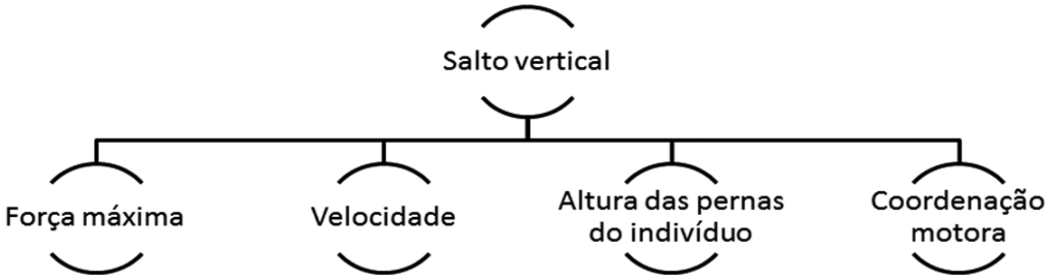
Curiosidade

Enquanto um jogador de basquetebol realiza, em média, 65 saltos por partida, jogadores de futebol realizam apenas nove saltos. No basquetebol são combinados com o balanço e a elevação dos braços acima da cabeça, na fase final do salto, como no rebote, na enterrada e no bloqueio e no futebol, esta associação entre salto vertical e elevação do braço acima da cabeça raramente acontece, exceto para o goleiro (GOMES et al., 2009).

Define-se o salto vertical "como um desprendimento do corpo do solo com impulsos e suspensão momentânea no ar, seguido de queda do corpo no mesmo ponto de saída e que se distingue em três fases: impulso, voo e queda" (ARAUJO et al., 2013).

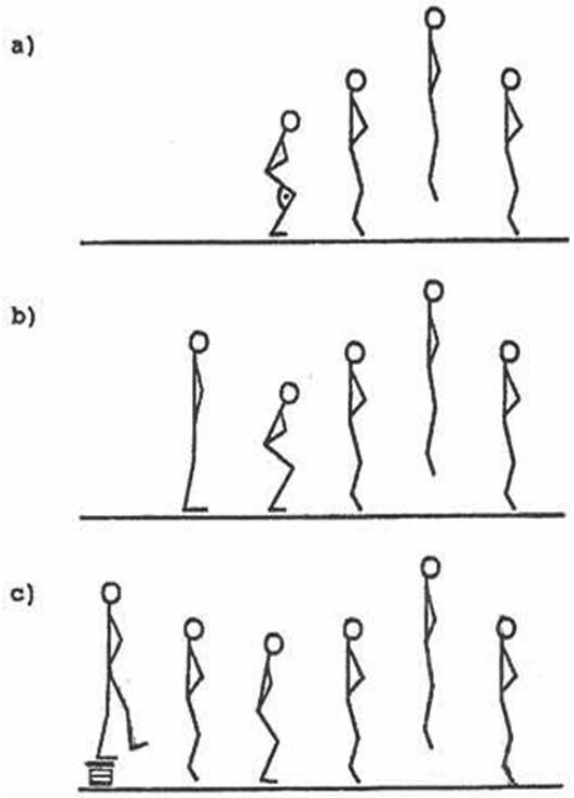
O salto vertical envolve uma completa interação entre vários fatores, são eles:

FIGURA 166 - INTERAÇÃO DE FATORES REQUERIDOS PELO SALTO VERTICAL



FONTE: Arangio (2009)

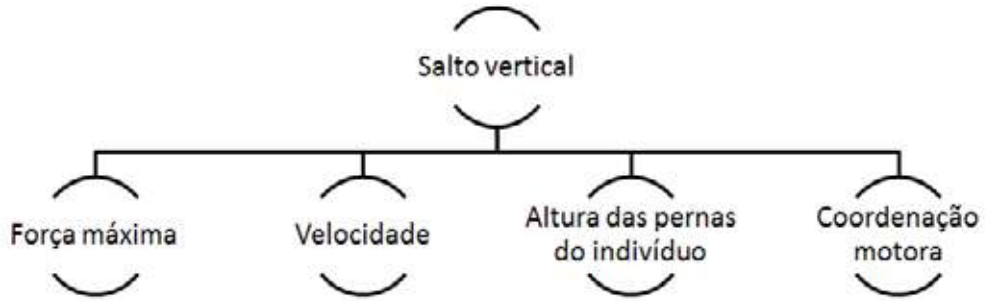
FIGURA 167 - TIPOS DE SALTO



(a) Salto agachado, (b) salto com contramovimento (CMJ) e (c) salto em profundidade.

FONTE: Arangio (2009)

FIGURA 168 - CONJUNTO DE SALTOS VERTICAIS USADOS NOS TESTES BIOMECÂNICOS



FONTE: Rafael et al. (2008)

Salto agachado (*Squat Jump*) (a), o saltador inicia parado, semiagachado e, vigorosamente, estende os joelhos e quadris, saltando verticalmente sobre a superfície do solo e não é permitida nenhuma realização de movimento descendente, sendo que nessa técnica, o indivíduo deve realizar apenas uma contração concêntrica (MARTINS, 2009).

O Salto com contramovimento (*Countermovement Jump*) (b) caracterizado por uma ação excêntrica seguida de uma concêntrica, onde o saltador inicia na posição em pé, faz um movimento descendente preliminar pela flexão de joelhos, quadris e tornozelos e, imediatamente, estende-os verticalmente até saltar sobre a superfície do solo (MARTINS, 2009). Esse salto caracteriza-se pela ativação do sistema de ciclo alongamento encurtamento (STORNIOLO JUNIOR; FISCHER; PEYRÉ-TARTARUGA, 2012).

No Salto em profundidade (*Drop Jump*) (c), o indivíduo parte de uma plataforma e logo que toca o solo realiza a fase muscular excêntrica, configurando uma fase descendente do movimento, seguida da concêntrica, configurando a fase ascendente de impulsão (MARTINS, 2009). Assim como o salto de contramovimento, este salto também se caracteriza pela ativação do sistema de ciclo alongamento encurtamento (STORNIOLO JUNIOR; FISCHER; PEYRÉ-TARTARUGA, 2012).

Veja exemplo de artigo de pesquisa que usou de análise biomecânica do salto vertical.

Características cinemáticas e cinéticas do salto vertical: comparação entre jogadores de futebol e basquetebol

Os autores compararam o desempenho no salto vertical com (CBB) e sem (SBB) balanço dos braços, entre nove jogadores de futebol e nove de basquetebol. Eles realizaram doze saltos verticais máximos, utilizando a técnica do contramovimento, sendo seis saltos CBB e seis SBB. Os saltos foram realizados sobre uma plataforma de força que registrou as forças de reação do solo (FRS). Observaram que não houve diferença entre o grupo de jogadores de basquetebol e o de futebol na altura máxima do salto vertical e que ambos os grupos obtiveram maior altura do salto vertical no CBB do que SBB, pois o uso dos braços durante o salto vertical melhora o desempenho.

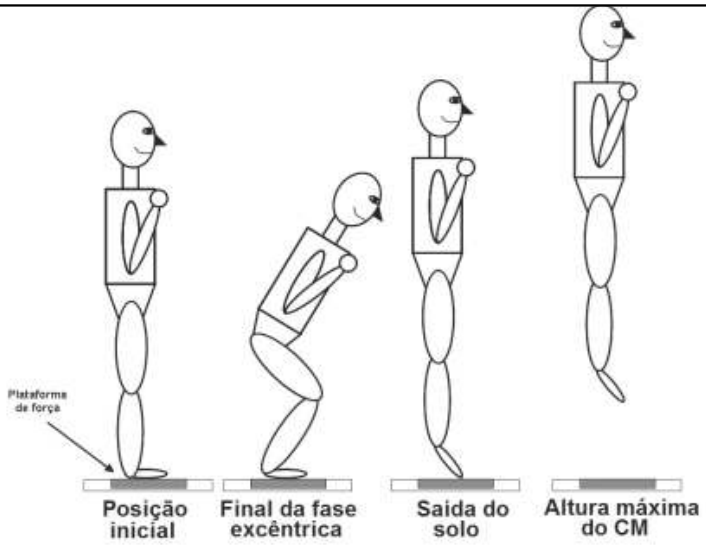


Figura 1. Sequência de um salto vertical realizado com a técnica contramovimento (countermovement jump - CMJ) sem o balaço dos braços.

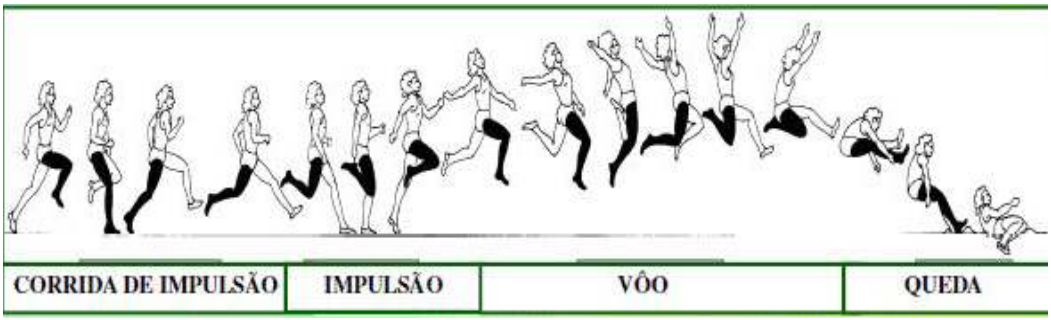
FONTE: GOMES, M.M. et al. Características cinemáticas e cinéticas do salto vertical: comparação entre jogadores de futebol e basquetebol. **Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum**, v.11, n.4, p.392, 2009.

Você sabia que os saltos verticais e horizontais têm sido utilizados como indicadores da força dos membros inferiores em crianças e adolescentes, uma vez que demonstraram ser sensíveis ao treinamento de força? (COLEDAM et al., 2013).

O salto horizontal difere do salto vertical, biomecanicamente. Para medir o salto vertical parte da posição em pé, calcanhares no solo, pés paralelos, considerando como ponto de referência a extremidade mais distal das polpas digitais da mão dominante, determinando o deslocamento vertical em centímetros através da diferença da melhor marca atingida e do ponto de referência de cada um dos métodos (COTTA et al., 2009).

"O salto horizontal é utilizado como indicador de força dos membros inferiores em análises de performance" (ESTRAZULAS et al., 2010, p. 1), parte-se dos pés paralelos no ponto de partida, e o indivíduo deve saltar no sentido horizontal com impulsão simultânea das pernas, objetivando atingir o ponto mais distante da partida. Permite-se a movimentação dos braços e troncos (COTTA et al., 2009). Exemplo desse salto é o salto em distância e o salto triplo, ambos do atletismo.

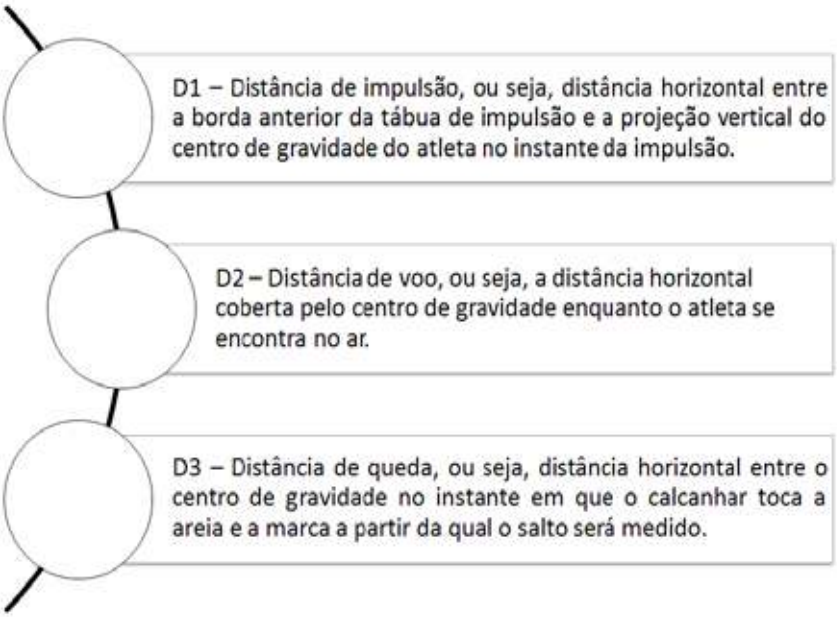
FIGURA 169 - FASES DO SALTO HORIZONTAL



FONTE: Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwid2JXc6uLJAhXDkZAKHTp7AwcQjRwIBw&url=https%3A%2F%2Fsites.google.com%2Fsite%2Fedfisicaempic%2Feducacao-fisica-corpo-e-mente%2Fatletismo&psig=AFQjCNGMLpHUSJaas9pcai1rG8OozjgBTw&ust=1450439600092149>. Acesso em: 18 dez. 2015.

Os saltos horizontais têm como convenção a metragem total subdividida em distâncias parciais, identificando-se os fatores que determinam cada uma delas. No salto em distância, prevalece a seguinte classificação para a análise biomecânica:

FIGURA 170 - FASES DO SALTO EM DISTÂNCIA USADO PARA ANÁLISE BIOMECÂNICA



FONTE: Moura, Moura e Borin (2005, p. 17)

"No salto triplo, cada uma dessas distâncias se repete por três vezes, onde a distância D2 representa mais de 85% do resultado final, e é a que mais frequentemente guarda relação significante com a distância total do salto" (MOURA; MOURA; BORIN, 2005, p. 17).

Como você pode perceber, a biomecânica é uma subárea da física que está envolvida na análise do movimento humano, que objetiva auxiliar na melhora da performance dos atletas. Assim, nesse contexto, envolve múltiplas análises de músculos, ângulos, alavancas e seria impossível nesse caderno explicar detalhadamente cada uma. Portanto, devido à complexidade que envolve cada movimento, escolhe-se para a escrita a seguir mostrar como é feita a análise biomecânica de alguns aspectos da natação.

5 BIOMECÂNICA APLICADA À NATAÇÃO

A análise biomecânica da natação diferencia-se das demais modalidades, devido à complexidade do ambiente aquático, com métodos que focam a compreensão dos determinantes mecânicos do movimento, focando na força produzida por um nadador, necessária para gerar propulsão, vencer as forças de arrasto do meio e incrementar a velocidade do nado (RISCH; CASTRO, 2007).

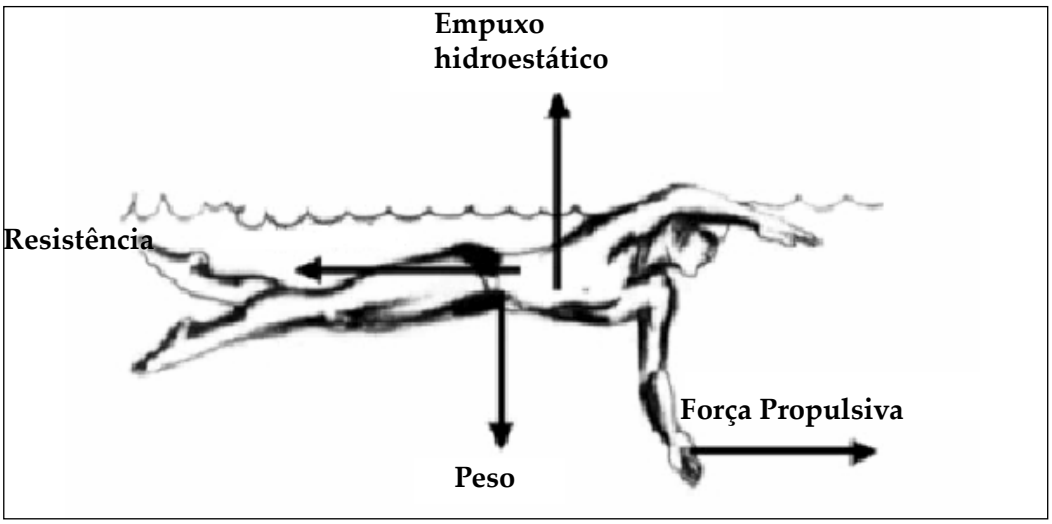
O objetivo do nadador é se deslocar com menor gasto energético para uma mesma velocidade de nado, com movimentos de membros superiores e inferiores em vários sentidos e com características cinemáticas e biomecânicas distintas. As direções são complexas e constituídas por componentes verticais, horizontais e laterais (NUNES; ALVES, 2013).

O ato da natação é definido como o deslocamento de um nadador no meio líquido através de autossustentação e autopropulsão (SILVA et al., 2011).

Veja nesses vídeos exemplos de análise biomecânica do nado Crawl.
<https://www.youtube.com/watch?v=VHpu2_D9Jrg>
<https://www.youtube.com/watch?v=8hrcIhWGxNU>

Durante a natação, os fatores biomecânicos, que interferem sobre o arrasto e/ou desenvolvimento de força propulsiva, influenciam mais no desempenho do que a capacidade de produção de energia (MORÉ; CARPES; CASTRO, 2007).

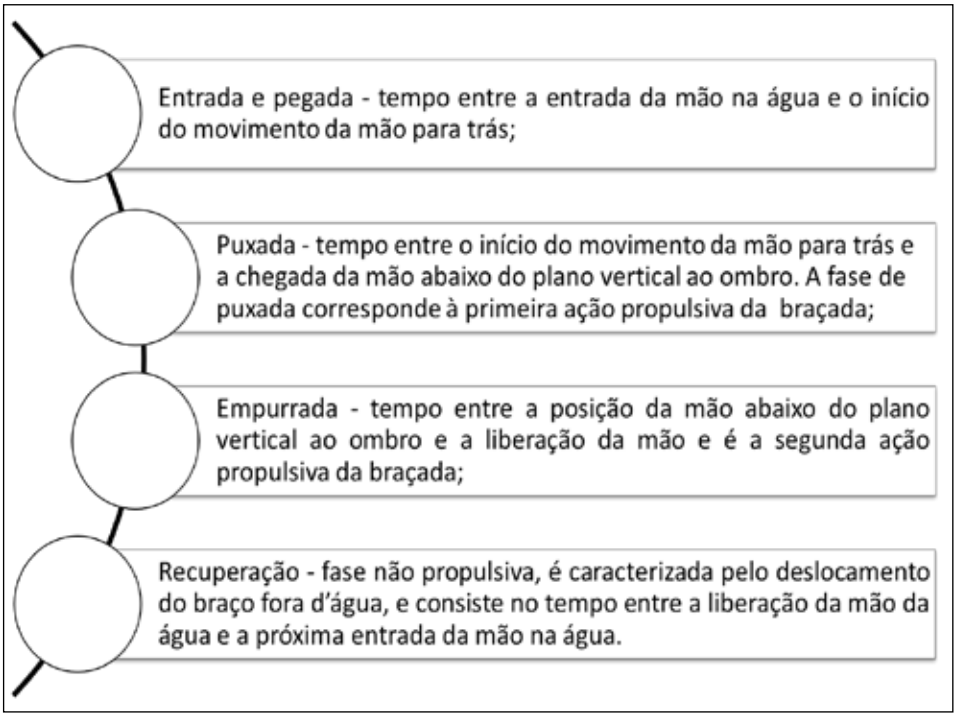
FIGURA 171 - FORÇAS ATUANTES NO NADO CRAWL



FONTE: Disponível em: <http://goo.gl/Us8kvL>. Acesso em: 18 dez. 2015.

Para avaliar as ações propulsivas entre as braçadas do nado Crawl, uma das medidas que tem se utilizado é o índice de coordenação (IdC) que mede o tempo de atraso (diferença) do início da ação propulsiva de uma braçada e o fim da ação propulsiva da outra braçada (APOLINÁRIO, 2011).

FIGURA 172 - FASES DE ANÁLISE BIOMECÂNICA DA BRAÇADA DO NADO CRAWL



FONTE: Apolinário (2011)

Durante a fase de impulsão na borda da piscina, a literatura aponta diversos ângulos, mas não tem ainda um consenso, alguns defendem ser o ângulo de flexão dos joelhos de 120º graus, outros defendem ser maior que 90º graus. Pensando nisso veja o estudo apresentado no UNI a seguir que fez uma análise biomecânica para verificar o melhor ângulo.

Veja exemplo de artigo de pesquisa que usou de análise biomecânica da fase de impulsão na borda da piscina no nado Crawl.

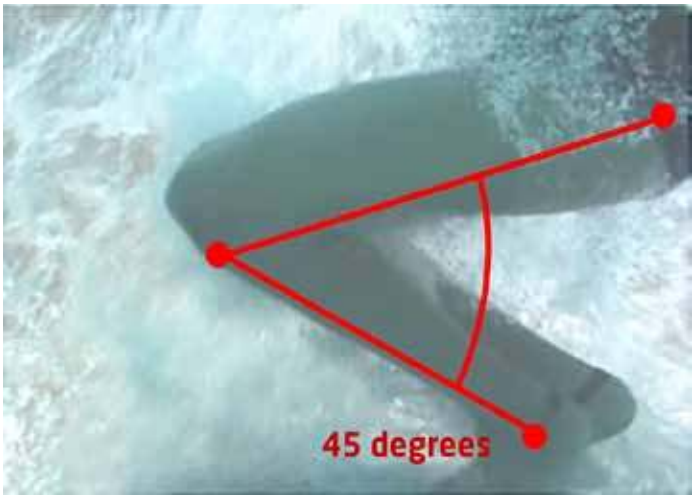
Análise do ângulo de flexão do joelho na virada no nado Crawl

Os autores analisaram os ângulos de flexão de joelho durante a virada no nado Crawl de 38 nadadores. Cada nadador realizou oito viradas. Para a aquisição do ângulo de flexão

do joelho utilizou-se uma câmera filmadora acoplada a uma caixa estanque posicionada dentro da água. Foram utilizados marcadores em pontos anatômicos. Observaram que as características da flexão de joelho apresentaram bastante variação angular, observando-se que execuções com ângulos entre 110° e 120° resultaram em viradas mais rápidas. Os nadadores especialistas em provas de velocidade apresentaram maiores valores de ângulo de flexão do joelho durante a fase de impulsão da virada no nado Crawl, resultando em viradas mais rápidas.

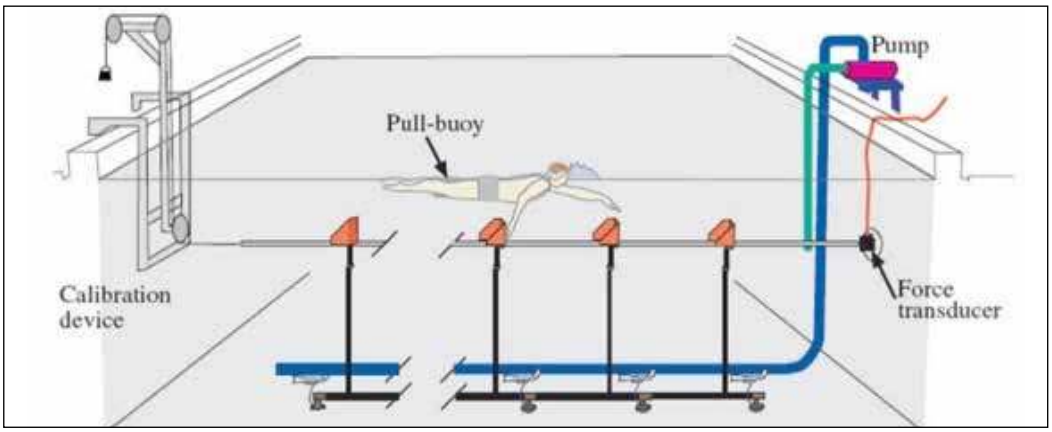
FONTE: ARAUJO, L.G. et al. Análise do ângulo de flexão do joelho na virada no nado crawl. **EFDeportes.com, Revista Digital**. Buenos Aires, ano 10, n.93, 2006.

FIGURA 173 - MODELO DE ANÁLISE DE FLEXÃO DO JOELHO



FONTE: Araujo et al. (2006)

FIGURA 174 - SISTEMA DE ANÁLISE QUE PERMITE QUE O NADADOR REALIZE OS MOVIMENTOS DE BRAÇADAS APOIADO À PLATAFORMAS CONECTADAS A UM TRANSDUTOR DE FORÇA



FONTE: Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwia0sWgg-bJAhXJTZAKHf1MBPMQjRwIBw&url=http%3A%2F%2Fwww.efdeportes.com%2Fefd152%2Fos-fatores-que-afetam-a-propulsao-durante-onado.htm&psig=AFQjCNEKkg0J41oUudrpX3Vygpu51yK4Q&ust=1450549249765636>. Acesso em: 18 dez. 2015.

A pernada de crawl é parte importante do nado e desempenha funções de propulsão e estabilização. É realizada pelo nadador em posição de decúbito ventral. As articulações envolvidas são joelho, quadril e tornozelo. Os movimentos de pernas (esquerda e direita) de crawl são realizados, alternadamente, com trajetórias descendente e ascendente. A trajetória descendente da pernada inicia-se com o calcanhar de um dos pés alinhado com a superfície da água, momento em que ocorrerá uma pequena flexão da coxa sobre o tronco (quadril) e da perna sobre a coxa (joelho), fazendo com que haja um pequeno abaixamento do joelho para uma posterior extensão forte da perna. Os pés deverão estar com flexão plantar, procurando aproveitar bem a pressão realizada pelo dorso do pé e pela perna. Este movimento deverá fazer com que os pés pressionem a água até uma profundidade média de 30 cm abaixo da superfície (MASSAUD; CORRÊA, 2003, p. 85).

Não se esgota aqui o estudo da biomecânica, mas com esse Caderno de Estudos, você, acadêmico, pode ter uma noção do que é realizado em pesquisas e sua importância para o educador físico.

ATIVIDADE PRÁTICA

Análise da velocidade da caminhada

Objetivo: Análise biomecânica da caminhada, que pode ser feita com materiais alternativos. Realizar o movimento para estudar a frequência de passos, comprimento da passada e velocidade.

Tempo de duração: de 45 a 60 minutos.

Material a ser utilizado: Papel pardo colado no solo (um metro de comprimento), pintado com bastante tinta guache em toda a extensão, cronômetro, trena.

Justificativa para o uso: A cinemetria é a principal técnica utilizada para avaliação da corrida e precisa de tecnologia, possui alto custo. Este seria um método mais simples e de baixo custo.

Etapas:

Escolher um aluno para caminhar em cima do papel pardo. Mensurar: o tempo total do percurso, comprimento da passada em metros (trena) e a frequência de passos por minutos e a velocidade.

A frequência de passos deve ser calculada em passos/minuto e calculada dividindo-se o número de passos realizados, pelo tempo transcorrido entre o primeiro e o último contato no percurso.

Exemplo:
- tempo total do percurso = 15 segundos
- comprimento da passada = 75cm
- frequência da passada = realizou 8 passos no total/ 15 segundos = 0,53 passos por segundo

Velocidade = CP x FP = ? metros por segundo (m/s)
0.75 * 0.53 = 0.40 m/s

LEITURA COMPLEMENTAR

Nascido para Correr

Leia a Entrevista com Christopher McDouglall que foi o escritor de um dos maiores *best sellers* sobre corrida da história, o grande livro *Born to Run* (Nascido para Correr) que encantou o mundo narrando a história de personagens como Caballo Blanco, Scott Jurek, Jenn Shelton, Gabriel Luna, os Tarahumaras e o próprio Chris, que descobriu na corrida um novo sentido para a sua vida. Nessa entrevista exclusiva, o autor do livro conta sobre a repercussão da sua história, fala sobre a indústria de calçados, *barefoot running*, competições, e manda um recado em português para os fãs brasileiros. Confirma também com exclusividade a história de que o livro vai virar filme em breve!

1 – Chris, primeiro de tudo, obrigado pela sua atenção, para nós aqui do Vida de Triatleta é um prazer ter essa conversa com você. Já se passaram 5 anos desde que o Nascido para Correr conquistou o mundo e os corações dos corredores ao redor do globo, na maioria das vezes o leitor cria uma grande identificação com você, pois a sua narrativa é bem íntima. Você tem noção que já mudou e continua mudando a vida de tantas pessoas até hoje? Você tinha ideia que o livro ia levantar tantas discussões como levantou?

Christopher McDouglall - Se eu não tivesse escrito o Nascido para Correr, alguma outra pessoa teria. Quando eu estava pesquisando ele, eu posso contar que muitas das questões que ele levanta estavam crescendo cada dia mais fortes. Muitas pessoas estavam se interessando pela forma certa de correr e ao mesmo tempo questionando se as fabricantes de tênis para corrida e as revistas especializadas estavam mentindo. Eles estavam, também, começando a olhar a corrida como uma arte e uma fonte de alegria, não como uma punição. Então, eu me sinto um sortudo por ter sido capaz de capturar toda essa história de aventura bem no momento que as pessoas estavam prontas para ouvir.

2 – A tribo dos Tarahumaras é uma parte vital dentro do seu livro, eu acredito que ela tenha se tornado até um grande capítulo dentro da sua vida. Você ainda mantém contato com os corredores lá do México? Com exceção da corrida, que experiência os Tarahumaras trouxeram para a sua rotina?

C.M. – Eu, ocasionalmente, recebo notícias sobre o Arnulfo, Herbolisto, Silvino e Manuel Luna, mas é impossível para mim estar em contato direto com eles. Eles vivem em uma região muito remota, sem eletricidade. *Barefoot* Ted foi o mais "assíduo" na hora de manter a amizade, o que não é uma surpresa; por todas as suas peculiaridades, ele é um homem com um grande coração. Ele volta lá todo ano para a *Caballos Race* e para dividir os lucros da *Luna Sandal Company* com Manuel Luna.

3 – Ultramaratonas são corridas que ainda mantém o espírito de correr, as marcas são menores do que os corredores. Você gosta de competir, Chris?

C.M. - Curiosamente, eu perdi todo o interesse na competição (ou talvez não tão curiosamente assim). Como Caballo, eu prefiro correr o quanto e tão rápido quanto eu quiser e no dia que eu quiser, sem um treino específico ou distância na minha cabeça.

4 – Aqui no Brasil nós temos muitas corridas que movem os mais loucos todo ano (como a Brasil 135, que percorre 135 milhas através da Serra da Mantiqueira e a Ultra dos Anjos que atravessa o estado de Minas Gerais e tem 235 km de extensão). A ideia de correr aqui na América do Sul não passa pela sua cabeça?

C.M. - Claro, eu adoraria correr através da Serra algum dia. Mas eu estou trancado em casa nos últimos três anos enquanto eu estou trabalhando em um novo livro, então eu não estou podendo viajar para me divertir por um bom tempo.

5 – Depois que o Nascido para Correr foi lançado, as discussões sobre tênis e mercado se tornaram muito intensas, fazendo com que as marcas prestassem mais atenção ao *lifestyle*. Atualmente, uma das mais poderosas empresas do mundo está investindo em tênis minimalistas e "simuladores de corrida descalço", na sua opinião qual é a fatia de "culpa" que o Nascido para Correr tem nisso tudo?

C.M. - Eu acho que o Nascido para Correr capturou um sentimento que já estava voando por aí. Muitas pessoas estavam começando a suspeitar que as empresas de tênis estavam vendendo lixo.

6 – Após o livro, Christopher McDouglall continua sendo um escritor que corre ou agora já é quase um corredor que escreve? Uma experiência como essa pode mudar a vida de um homem?

C.M. - Eu continuo sendo um escritor que corre. Eu gasto a maior parte do meu tempo preso em uma mesa e aí explodo porta afora para brincar por uma hora ou duas nas florestas.

7 – A corrida se tornou um grande mercado e em muitos lugares está indo para o lado oposto do que Caballo e a sua turma cultivavam com tanto carinho na sua história. Existe a possibilidade dos corredores salvarem o espírito da corrida?

C.M. - A boa notícia é que a *Caballos Race* continua com o mesmo espírito de amor e partilha, e continua forte até hoje. Caballo tinha certeza que essa corrida se trataria de pessoas se reunindo pela amizade e pela competição saudável SEM interferências corporativas e isso continua até hoje.

8 – Existe um rumor que o livro se tornará um filme em breve, isso é verdade, Chris? Você pode dar mais detalhes sobre isso?

C.M. - Sim, os direitos de imagem do filme já foram adquiridos e um *script* já está em andamento. É impossível prever o que vai acontecer em Hollywood até que já tenha acontecido, então, tudo que eu posso dizer é que as perspectivas são boas!

9 – Obrigado pela sua atenção e esperamos encontrá-lo aqui no Brasil em breve para correr com os "tropicálias locos", seu livro inspira cada corredor verdadeiro que a gente conhece e a sua história é uma lição de vida. O espaço é seu para se despedir, muito obrigado.

C.M. - Aos meus amigos brasileiros, muito obrigado e espero que possa correr com vocês algum dia.

FONTE: Disponível em: <http://vidadetriatleta.com.br/entrevista-mcdouglall/> Acesso em: 14 dez. 2015.

RESUMO DO TÓPICO 2

Neste tópico, você aprendeu que:

- A marcha é o movimento rítmico com combinação das forças externas que agem no corpo e a resposta das forças internas.
- A marcha humana trata-se de um movimento inconsciente e quase automático, altamente complexo.
- O ciclo da marcha divide-se em duas fases distintas (apoio e balanço), caracterizada por dois contatos iniciais consecutivos realizados pelo mesmo membro inferior.
- A velocidade da marcha diminui no envelhecimento, com perdas que variam de 16% a 20% por década.
- A corrida incorpora a ação de vários níveis do sistema nervoso, considerada como uma atividade motora altamente complexa e que envolve grande parte dos músculos do corpo.
- Exige acentuada coordenação da amplitude de movimento.
- A avaliação biomecânica foca, principalmente, na velocidade e no tipo do calçado do corredor.
- Com a evolução da biomecânica, a largada na corrida evoluiu para a saída, hoje um bloco de largada.
- Quando o indivíduo corre, a força de reação vertical do solo é, aproximadamente, de duas a três vezes a massa corporal total na fase de apoio e na etapa de impulsão da corrida, o pico de força do solo é maior do que da fase de apoio.
- A amplitude na passada e a frequência da passada são os fatores que interferem na velocidade da corrida.
- O ciclismo é uma modalidade que exige resistência e velocidade, além de uma complexa interação entre o indivíduo e a bicicleta.
- Para ser eficiente, o ciclismo requer forças aplicadas e bicicletas mais leves e com geometria aerodinâmica.

- O pedalar requer movimentos sincronizados de múltiplas articulações em cadeia cinética fechada visando gerar propulsão por meio da utilização das forças produzidas, principalmente, por músculos da região lombo-pélvica e membros inferiores.

- Durante a pedalada, a produção de potência e a aplicação de força ao pedal, em cada membro, são alteradas durante todo o ciclo do pé de vela.

- A força aplicada ao pedal apresenta comportamentos diferenciados ao longo do ciclo da pedalada.

- O ciclo de pedalada divide-se em duas fases, chamadas de fase de propulsão e fase de recuperação.

- O salto vertical é utilizado em diversas modalidades esportivas (cortadas e bloqueios no voleibol, arremessos no handebol, rebotes no basquetebol, saltos no balé etc.).

- O salto vertical é afetado por diversos fatores que influenciam na força em vários segmentos corporais, articulações, músculos e tendões do ponto de vista mecânico e neuromuscular.

- O salto vertical tem três fases: impulso, voo e queda.

- Os três conjuntos de saltos verticais usados nos testes biomecânicos são o salto agachado (*Squat Jump*), o salto com contramovimento (*Countermovement Jump*) e o salto em profundidade (*Drop Jump*).

- O salto horizontal é utilizado como indicador de força dos membros inferiores em análises de performance.

- O salto horizontal é o salto em distância e o salto triplo, ambos do atletismo.

- A análise biomecânica da natação diferencia-se das demais modalidades, devido à complexidade do ambiente aquático.

- A força do nadador é para gerar propulsão, vencer as forças de arrasto do meio e incrementar a velocidade do nado.

- O ato da natação é definido como o deslocamento de um nadador no meio líquido através de autossustentação e autopropulsão.

- Para avaliar as ações propulsivas entre as braçadas do nado Crawl, uma das medidas que tem se utilizado é o índice de coordenação (IdC).

- A pernada de Crawl é parte importante do nado e desempenha funções de propulsão e estabilização.

- A pernada é realizada pelo nadador em posição de decúbito ventral e as articulações envolvidas são joelho, quadril e tornozelo.

- Os movimentos de pernas (esquerda e direita) de Crawl são realizados, alternadamente, com trajetórias descendente e ascendente.

AUTOATIVIDADE

1 Em relação à marcha, assinale V para verdadeiro e F para falso sobre suas características:

( ) A marcha é um movimento rítmico.
( ) A marcha precisa do desequilíbrio entre forças externas e a resposta das forças internas proveniente dos músculos, tendões, ossos, ligamentos e cápsulas para se manter constante.
( ) A marcha leva o corpo em locomoção progressiva à frente.
( ) A marcha requer mínimo consumo de energia metabólica.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA:

a) ( ) V-F-V-V
b) ( ) V-F-F-F
c) ( ) F-F-V-V
d) ( ) V-F-V-F

2 Sobre a biomecânica da marcha, assinale a alternativa VERDADEIRA:

a) ( ) A marcha não é um movimento inconsciente, mas é altamente complexo e divide-se em duas fases distintas (giro e balanço entre os membros direito e esquerdo) onde, na velocidade, de marcha habitual de 80m/min., estas fases representam, respectivamente, 62% e 38% do ciclo de marcha.
b) ( ) A marcha é um movimento inconsciente, altamente simples e divide-se em duas fases distintas (apoio e balanço) onde na velocidade de marcha habitual de 80m/min., estas fases representam, respectivamente, 62% e 38% do ciclo de marcha.
c) ( ) A marcha é um movimento inconsciente, altamente complexo e divide-se em duas fases distintas (apoio e balanço) onde na velocidade de marcha habitual de 80m/min., estas fases representam, respectivamente, 42% e 28% do ciclo de marcha.
d) ( ) A marcha é um movimento inconsciente, altamente complexo e divide-se em duas fases distintas (apoio e balanço) onde, na velocidade de marcha habitual de 80m/min., estas fases representam, respectivamente, 62% e 38% do ciclo de marcha.

3 Assinale a alternativa CORRETA em relação à sentença: A avaliação biomecânica constitui-se uma importante ferramenta para a busca da melhora do desempenho de corredores, focando principalmente:

a) ( ) Na força muscular inferior.
b) ( ) Na velocidade e no tipo do calçado.

c) ( ) Nos comprimentos celulares e ósseos.
d) ( ) Na altura do indivíduo.

4 "Quando o indivíduo _____, a força de reação_____ é aproximadamente de duas a três vezes a _____ total na fase de _____ e na etapa de _____ da corrida, o pico de _____ do solo é maior do que da fase de apoio. Quando ocorre um aumento na _____ da corrida também se tem efeitos na magnitude da força de _____ do solo" (MARQUES, 2004).

Assinale a alternativa CORRETA que preenche a citação acima:

a) ( ) corre, massa corporal, horizontal do solo, reação, apoio, impulsão, força, velocidade.
b) ( ) corre, vertical do solo, massa corporal, apoio, impulsão, força, velocidade, reação.
c) ( ) corre, apoio, vertical do solo, massa corporal, impulsão, força, velocidade, reação.
d) ( ) corre, velocidade, vertical do solo, impulsão, massa corporal, apoio, força, reação.

5 No artigo de Fraga et al. (2013), os autores avaliaram os efeitos da fadiga proveniente de uma corrida de 10 km, precedida por ciclismo ou corrida, no padrão de passada e no sinal eletromiográfico (EMG) em nove triatletas do sexo masculino com tempo de prática superior a dois anos. Os testes foram realizados em duas etapas: corrida do triátlon (40 km de ciclismo seguidos de 10 km de corrida) e corrida prolongada (corrida com duração igual ao tempo que o atleta levou para percorrer os 40 km de ciclismo, seguidos de mais 10 km de corrida).
A tabela a seguir foi retirada do artigo, traz as informações de amplitude de passada e de frequência da passada.

Baseado nas informações da tabela, calcule a velocidade e aponte qual das modalidades têm maior velocidade na corrida.

	Corrida do "Triathlon"	Corrida prolongada
Amplitude da passada (m)	2,10 ± 0,38	1,98 ± 0,30
Frequência de passada (passada/min)	85,72 ± 3,27*	87,97 ± 3,32

6 Os dados de um corredor são apresentados a seguir e foram obtidos durante uma corrida de 50 m.

Distância (m)	0	10	21	29	40
Tempo (s)	0	2.9	4.5	6.0	7.6

Com base nos dados apresentados, determine:

a) A velocidade média no percurso de 0 a 40 m.
b) A velocidade média no intervalo de 0 a 6.0 s.
c) A velocidade média no percurso de 10 a 21 m.
d) A velocidade média no intervalo de 3,1 a 5,5 s.

7 Um atleta parte de um local e atinge uma velocidade máxima de 570 cm/s em 4 s. Qual sua aceleração média? Apresente o resultado em m/s2.

8 Em relação ao ciclismo, assinale V para verdadeiro e F para falso sobre suas características:

( ) O ciclismo exige resistência, mas não velocidade.
( ) O ciclismo exige uma complexa interação entre o indivíduo e roupa de *lycra* das competições.
( ) O ciclismo requer forças aplicadas e bicicletas mais leves com geometria aerodinâmica.
( ) O pedalar requer movimentos sincronizados de múltiplas articulações em cadeia cinética fechada.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA:

a) ( ) V-F-V-V
b) ( ) V-F-F-F
c) ( ) F-F-V-V
d) ( ) V-F-V-F

9 "Durante a _____, a produção de _____ e a aplicação de _____, em cada _____, são alteradas durante todo o _____ de vela, de acordo com a mudança na posição dos _____, influenciadas por fatores como o _____ e a _____ do exercício" (CARPES et al., 2007, p. 55).

Assinale a alternativa correta que preenche a citação acima:

a) ( ) força ao pedal, pedalada, membros inferiores, potência, membro, ciclo do pé, tempo intensidade.
b) ( ) membros inferiores, pedalada, potência, força ao pedal, membro, ciclo do pé, tempo intensidade.
c) ( ) intensidade, ciclo do pé, pedalada, potência, força ao pedal, membro, membros inferiores, tempo.
d) ( ) pedalada, potência, força ao pedal, membro, ciclo do pé, membros inferiores, tempo intensidade.

10 Durante a pedalada vários músculos são solicitados, EXCETO:

a) ( ) Deltoide
b) ( ) Vasto medial
c) ( ) Bíceps femoral
d) ( ) Semitendinoso

11 O ciclo de pedalada divide-se em duas fases ou em quatro quadrantes. Sobre essas distinções, associe os itens abaixo:

I - Fase de propulsão
II - Fase de recuperação
III - Quatro quadrantes

( ) 1º de 0º a 90º, o 2º de 90º a 180º, o 3º de 180º a 270º, e o 4º de 270 a 360º
( ) (de 180º a 360º)
( ) (de 0º a 180º)

Assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA:

a) ( ) I - II - III
b) ( ) III - I - II
c) ( ) II - III - I
d) ( ) II - I - III

12 Em relação ao salto vertical marcha, assinale V para verdadeiro e F para falso sobre suas características:

( ) O salto vertical é utilizado em diversas modalidades esportivas.
( ) Pode ser usado em cortadas e bloqueios no voleibol, arremessos no handebol, rebotes no basquetebol, mas não é usado em altos no futebol e no balé etc.
( ) O salto vertical é afetado somente por forças externas.
( ) Um jogador de basquetebol realiza em média 65 saltos por partida, enquanto jogadores de futebol realizam apenas nove saltos.

13 O salto vertical envolve uma completa interação entre vários fatores, são eles, EXCETO:

a) ( ) Força máxima.
b) ( ) Coordenação motora.
c) ( ) Resistência cardiovascular.
d) ( ) Altura das pernas.

14 Em relação à biomecânica da natação, assinale V para verdadeiro e F para falso sobre suas características:

( ) A análise biomecânica da natação não diferencia-se das demais modalidades terrestres.
( ) O nadador deve produzir força necessária para gerar propulsão.
( ) O objetivo do nadador é se deslocar com menor gasto energético para uma mesma velocidade de nado.
( ) As direções do nado são complexas e constituídas por componentes verticais, horizontais e laterais.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA:

a) ( ) V-F-V-V
b) ( ) V-F-F-F
c) ( ) F-V-V-V
d) ( ) V-F-V-F

REFERÊNCIAS

AINHAGNE, M.; SANTHIAGO, V. Cadeira e mochila escolares no processo de desenvolvimento da má postura e possíveis deformidades em crianças de 8-11 anos. **Colloquium Vitae**, v.1, n.1, 2009. Disponível em: <http://revistas.unoeste.br/revistas/ojs/index.php/cv/article/viewFile/149/558>.
Acesso em: 14 dez. 2015.

ALENCAR, T.A.M.; MATIAS, K.F.S. Importância da avaliação musculoesquelética e biomecânica para o Bike Fit. **Revista Movimenta**, v.2, n.3, 2010. Disponível em: <http://studiobikefit.com.br/wa_files/Import_C3_A2ncia_20da_20Avalia_C3_A7_C3_A3o_20Musculoesquel_C3_A9tica_20e_20Biomec_C3_A2nica_20para_.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2015.

ALENCAR, T.A.M.; MATIAS, K.F.S.; OLIVEIRA, F.B. Cinesiologia e biomecânica do ciclismo: uma revisão. **Revista Movimenta**, v.3, n.1, p. 40-51, 2010. Disponível em: <http://studiobikefit.com.br/wa_files/Cinesiologia_20e_20Biomec_C3_A2nica_20do_20Ciclismo_20-_20Uma_20Revis_C3_A3o.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2015.

AMADIO, A.C.; ÁVILA, A.O.V.; GUIMARÃES, A.C.S.; DAVID, A.C.; MOTA, C.B.; BORGES, D.M.; GUIMARÃES, F.; MENZEL, H.J.; CARMO, J.; LOSS, J.; SERRÃO, J.C.; SÁ, M.R. E BARROS, R.M.L. Introdução à Biomecânica para análise do movimento humano: descrição e aplicação dos métodos de medição. **Revista Brasileira de Fisioterapia,** v.3, n.2, p.1-23, 1999. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Mota5/publication/265820361_MTODOS_DE_MEDIO_EM_BIOMECNICA_DO_ESPORTE_DESCRIO_DE_PROTOCOLOS_PARA_APLICAO_NOS_CENTROS_DE_EXCELNCIA_ESPORTIVA_(REDE_CENESP_-MET)/links/54abbf550cf25c4c472f912c.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2015.

AMADIO, A.C.; SERRÃO, J.C. A Biomecânica em Educação Física e Esporte. **Rev. bras. Educ. Fís. Esporte**, v. 25, n.esp, p. 15-24, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbefe/v25nspe/03.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2015.

AMADIO, A.C.; SERRÃO, J.C. Biomecânica: trajetória e consolidação de uma disciplina acadêmica. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v.18, n.esp, p.45-54, 2004. Disponível em: <http://boletimef.org/biblioteca/933/Biomecanica-trajetoria-e-consolidacao-de-uma-disciplina-academica>. Acesso em: 13 dez. 2015.

AMADIO, A.C.; SERRÃO, J.C. Contextualização da biomecânica para a investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise da técnica esportiva. **Rev. Bras. Educ. Fís.**, v. 21, n.esp, p.61-85, 2007. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rbefe/article/download/16665/18378>. Acesso em: 12 dez. 2015.

APOLINÁRIO, M.R. Índice de coordenação da braçada do nado Crawl. **EFDeportes.com**, Revista Digital. Buenos Aires, ano 16, n.156, 2011. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd156/coordenacao-da-bracada-do-nado-crawl.htm>. Acesso em: 13 dez. 2015.

AQUINO, C.F.; VAZ, D.V.; BRÍCIO, R.S.; SILVA, P.L.P.; OCARINO, J.M. e FONSECA, S.T. A. Utilização da dinamometria isocinética nas ciências do esporte e reabilitação. **Rev. bras. ciênc. Mov.**, v.15, n.1, p. 93-100, 2007. Disponível em: <http://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/viewFile/735/738>. Acesso em: 13 dez. 2015.

ARANGIO, F. Efectos sobre la capacidad de salto en futebolistas a través de un programa con máquinas de musculación en etapa de competencia. **EFDeportes.com**, Revista Digital. Buenos Aires, ano 14, n.131, 2009. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd131/capacidad-de-salto-en-futbolistas-de-elite.htm>. Acesso em: 13 dez. 2015.

ARAUJO, L.G. ARAUJO, L.G.; PEREIRA, S.M.; FREITAS, E.S.; RUSCHEL, C. E ROESLER, H. Análise do ângulo de flexão do joelho na virada no nado Crawl. **EFDeportes.com**, Revista Digital. Buenos Aires, ano 10, n.93, 2006. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd93/crawl.htm>. Acesso em: 13 dez. 2015.

ARAUJO, L.G.; ARAUJO, L.G.; ALVES, J.V.; MARTINS, A.C.V.; PEREIRA, G.S. E MELO, S.I.L. et al. Salto vertical: Estado da arte e tendência dos estudos. **Rev. bras. Cienc. e Mov.**, v.21, n.1, 2013. Disponível em: <http://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/view/3132/2484>. Acesso em: 13 dez. 2015.

AVELAR, A.; SANTOS, K.M.; CYRINO, E.S.; CARVALHO, F.O.; DIAS, R.M.R.; ALTIMARI, L.R. E GOBBO, L.A. Perfil antropométrico e de desempenho motor de atletas paranaenses de futsal de elite. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.10, n.1, p.76-80, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Edilson_Cyrino/publication/26497517_Anthropometric_and_motor_performance_profile_of_elite_futsal_athletes/links/0fcfd50bf13d3a-50ca000000.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2015.

BALOLA, R. **Princípios Matemáticos da Filosofia Natural**: A Lei da Inércia. Dissertação. Mestrado em Estudos Clássicos - Universidade de Lisboa, 2010.

BARBATTI, M. Conceitos Físicos e Metafísicos no jovem Newton: Uma leitura de Gravitatione. **Rev. Sociedade Brasileira de História da Ciência**, v.17, n.59, p. 1-13, 1997. Disponível em: <http://homepage.univie.ac.at/mario.barbatti/newt1.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2015.

BARBOSA, T. As habilidades motoras aquáticas básicas. **Rev. Digital efdeportes.com**, v.6, n.33, 2001. Disponível em: <http:// www.efdeportes.com>. Acesso em: 21 dez. 2015.

BARROS, P.V. **Notas de aula de Física aplicada aos Fenômenos Biológicos**. Monografia. Física. Instituto Federal de São Paulo, 2014.

BARROS, R.M. Biomecânica da natação: Considerações sobre a seleção de modelos. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**. v.9, n.1, p. 60-63, 2010. Disponível em: <http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/remef/article/download/2842/2519>. Acesso em: 13 dez. 2015.

BATES, A.; HANSOS, N. **Exercícios Aquáticos Terapêuticos**. São Paulo: Manole, 1998.

BATISTA, L.A. A biomecânica em Educação Física escolar. **Perspectivas em Educação Física escolar**, v.2, n.1, p. 36-49, 2001. Disponível em: <http://files.biomecanicanocontextoescolar.webnode.com/200000062-0a2770c222/A%20Biomec%C3%A2nica%20em%20Educa%C3%A7%C3%A3o%20F%C3%ADsica%20Escolar.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2015.

BEHNKE, R. S. **Anatomia do movimento**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

BELLOCH, S.P. **A análise biomecânica em natação**. 2006. Disponível em: <http://www.notinat.com.es/docs/analisis_biomecanico_en_natacion.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2015.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais (PCNs)**: Educação Física/ Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/ SEF, 1998.

CABRAL, B.G.A.T.; CABRAL, S.A.T.; TOLEDO, I.V.R.G.; DANTAS, P.M.S.; MIRANDA, H.F. e KNAKCFUSS, M.I. Antropometria e somatótipo: fatores determinantes na seleção de atletas no voleibol brasileiro. **Rev. Bras. Ciênc. Esporte**, v.33, n.3, p.733-746, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbce/v33n3/a14v33n3>. Acesso em: 13 dez. 2015.

CARDOSO, J.R.; GUERINO, C.S.M.; SANTOS, M.B.; MUSTAFÁ, T.A.D.A.; LOPES, A.R.; PAULA, M.C. Influência da utilização da órtese de tornozelo durante atividades do voleibol: avaliação eletromiográfica. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v.11, p. 276-280, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922005000500006>. Acesso em: 13 dez. 2015.

CAROMANO, A.F.; NOWOTNY, J.P. Princípios físicos que fundamentam a hidroterapia. **Fisioterapia Brasil**, v.3, n.6, p.1-9, 2002. Disponível em: <http://www.poolterapia.com.br/portal/artigospoolterapia/Principios%20Fisicos%20que%20Fundamentam%20a%20Hidroterapia.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2015.

CARPES, F.P.; ROSSATO, M.; SANTOS, J.O.L.; PORTELA, L.O.C. E MOTA, C.B. Abordagem biomecânica das relações entre a cinemática, intensidade do exercício e dominância de membros em ciclistas. **Revista Brasileira de Biomecânica**, v.7, n.13, 2007. Disponível em: <http://citrus.uspnet.usp.br/biomecan/ojs/index.php/rbb/article/view/9/12>. Acesso em: 13 dez. 2015.

CENTRO INTERUNIVERSITARIO di Servizi di Ingegneria Biomedica, Itália. **Resumo**: Pai da Biomecânica - Vida e obra de Alfonso Borelli. Giovanni Alfonso Borelli (1608 - 1679). Disponível em: <http://www.bioingegneria.uniba.it/borelli.html>. Acesso em: 25 nov. 2015.

COLEDAM, D.H.C.; ARRUDA, G.A.; SANTOS, J.W. e OLIVEIRA, A.R. Relação dos saltos vertical, horizontal e sêxtuplo com a agilidade e velocidade em crianças. **Rev. bras. educ. fís. esporte**, v.27, n.1, p. 43-53, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbefe/v27n1/v27n1a05>. Acesso em: 13 dez. 2015.

CORRÊA, S.C.; MASSETO, S.T.; FREIRE, E.S. Mecânica de Fluidos: Uma proposta de integração da teoria com a prática. **Rev. Mackenzie Física e Esporte**, v.10, n.1, p. 115-119, 2011. Disponível em: <http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/remef/article/view/3637>. Acesso em: 13 dez. 2015.

CORRÊA, S.C.; FREIRE, E.S. Biomecânica e Educação Física Escolar: Possibilidade de Aproximação. **Rev. Mackenzie de Educação Física e Esporte**. v.3, n.3, p.107-123, 2004. Disponível em: <http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/remef/article/view/1324>. Acesso em: 13 dez. 2015.

COSTA, G.L. **Análise de equilíbrio corporal submetido a esforços de aceleração e desaceleração na direção antero-posterior**: estudo transversal. Dissertação. Mestrado. Faculdade de Guaratinguetá, 2014.

COSTA, R. A Estética do Corpo na Filosofia e na Arte da Idade Média: texto e imagem. **Transformação**, v. 35, p. 161-178, 2012. Disponível em: <http://www.ricardocosta.com/artigo/estetica-do-corpo-na-filosofia-e-na-arte-da-idade-media>. Acesso em: 14 dez. 2015.

COTTA, R.M.; BARLETTA, G.; MONTEIRO, A.C.; AFFONSO, C.O. e SANTOS, W.F. Utilização dos testes de salto vertical e salto horizontal para prescrição de treinamento pliométrico. **EFDeportes.com**, Revista Digital. Buenos Aires, ano 14, n.131, 2009. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd131/prescricao-de-treinamento-pliometrico.htm>. Acesso em: 13 dez. 2015.

DELWING, G. PASINI, M.; TORRE, M.L.; SCHAURICH, R.; CHAISE, F. e LOSS. Modelo para quantificação das forças musculares e articulares na coluna cervical durante o ciclismo. **Anais do XII Congresso Brasileiro de Biomecânica**. São Paulo, 2007.

DIEFENTHAELER, F.; BINI, E.; RICO, R.; LAITANO, O.; CARPES, F.P.; MOTA, C.B.; GUIMARÃES, A.C.S. Proposta metodológica para a avaliação da técnica da pedalada de ciclistas: estudo de caso**. Rev. Bras. Med. Esporte**, v.14, n.2, p.39-44, 2008. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/biomec/articles/Neto%202001%20-%20pedal.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2015.

DOBLER, G. **Cinesiologia**: fundamentos, prática, esquemas de terapia. Barueri: Manole, 2003.

DONSKOI, D.; ZATSIORSKY, V. **Biomecânica de los ejercicios físicos**. Moscou: Madrugada, 1988.

DORST, L.M. **História da cinesiologia e biomecânica**. 2012. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/GlaukusBueno/histria-da-cinesio-e-biomecnica>. Acesso em: 25 nov. 2015.

DREYER NETO, C.; SCHMIDT, G.; CANDOTTI, C.T. Desenvolvimento de uma plataforma de força em pedal de ciclismo. **Revista Brasileira de Biomecânica**, n.3, 2001. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/biomec/articles/Neto%20 2001%20-%20pedal.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2015.

DURAN, J. E. R. **Biofísica – Fundamentos e Aplicações.** 2. ed. São Paulo: Prentice, 2003.

DZIEMIDKO, H.E. **O Livro Completo da Medicina Energética**. São Paulo: Manole, 2000.

ESTRAZULAS, J.A. Influência De Variáveis Cinéticas Durante A Propulsão No Salto Horizontal De Crianças Em Fase De Desenvolvimento. **FIEP Bulletin On-line**, v. 80, 2010. Disponível em: <http://www.fiepbulletin.net/index.php/fiepbulletin/article/view/1109>. Acesso em: 13 dez. 2015.

FALKNER, F. e TANNER, J.M. **Human growth, a comprehensive treatise**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1986.

FIELD, Derek. **Anatomia palpatória**. São Paulo: Manole, 2001.

FORNASARI, C. A. **Manual para o estudo da cinesiologia**. São Paulo: Manole, 2001.

FRACAROLLI, J.L. **Análise Mecânica dos Movimentos Gímnicos e Esportivos.** 3. ed., Rio de Janeiro: Cultura Médica, 1998.

FRAGA, C.H.W.; BLOEDOW, L.S.; GUIMARÃES, A.C.S. e VAZ M.A. Análise de variáveis cinemáticas na corrida do Triathlon obtidas em prova simulada. **Revista Brasileira de Biomecânica**, ano 8, n.14, p.16-20, 2007. Disponível em: <http://citrus.uspnet.usp.br/biomecan/ojs/index.php/rbb/article/download/36/27>. Acesso em: 13 dez. 2015.

FRAGA, C.H.W.; BIANCO, R.; SERRÃO, J.C.; SOUZA, P.E.S.; AMADIO, A.C.; GUIMARÃES, A. C.S. e VAZ, M.A. Comparação das variáveis eletromiográficas e cinemáticas entre uma corrida do " triathlon" e uma corrida prolongada. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v.27, n.2, p.179-186, 2013. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rbefe/article/view/58558>. Acesso em: 13 dez. 2015.

GOMES, M.M. Características cinemáticas e cinéticas do salto vertical: comparação entre jogadores de futebol e basquetebol**. Rev. Bras. Cineantrop. Desempenho Hum**, v.11, n.4, p.392-399, 2009. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjVuvmejZHLAhVDlZAKHUPxALoQFggcMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F26847869_Caracteristicas_cinematicas_e_cineticas_do_salto_vertical_comparacao_entre_jogadores_de_futebol_e_basquetebol&usg=AFQjCNEblE3cnrZVMbWxdG8mTDpqAcXwg&sig2=iKO_eAcLaMJP1c3Sy6VJ2A>. Acesso em: 13 dez. 2015.

GUALDI-RUSSO, E.; ZACCAGNI, L. Somatotype, role and performance in elite volleyball players. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 41, n. 2, 2001. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11447371>. Acesso em: 13 dez. 2015.

GUILLAMÓN, A.R. Biomecánica del movimiento humano: evolución histórica y aparatos de medida. **EFDeportes.com**, Revista Digital. Buenos Aires, ano 18, n.188, janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd188/biomecanica-del-movimiento-humano.htm>. Acesso em: 13 dez. 2015.

HALL, S. **Biomecânica Básica.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.

HALL, S. J. **Biomecânica básica.** 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física 1**, 8. ed. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos Editora S/A, 2008.

HAMILL, J.; KNUDZEN, K.M. **Bases biomecânicas do movimento humano.** 2. ed. São Paulo: Manole, 2008.

HAY, J.G. **Biomecânica das Técnicas Desportivas.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1981.

HOLDERBAUM, G.G.; PETERSEN, R.D.S.; GUIMARAES, A.C.S. Interação de variáveis biomecânicas na composição de "feedback" visual aumentado para o ensino do ciclismo. **Rev. bras. educ. fís. esporte**, v.26, n.4, 2012. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rbefe/article/view/52881>. Acesso em: 13 dez. 2015.

KIRKWOOD, R.N.; GOMES, H.A.; SAMPAIO, R.F.; CULHAM, E. e COSTIGAN, P. Análise biomecânica das articulações do quadril e joelho durante a marcha em participantes idosos. **Acta Ortop. Bras.**, v.15, n.5, p. 267-271, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-78522007000500007>. Acesso em: 12 dez. 2015.

KIRKWOOD, R.N.; ARAÚJO, P.A.; DIAS, C.S. Biomecânica da marcha em idosos caidores e não caidores: uma revisão da literatura. **Rev. Bras. Cienc. e Mov**., v.14, n.4, p.103-110, 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/

Renata_Kirkwood/publication/262181039_Gait_biomechanics_in_elderly_fallers_and_non_fallers_a_literature_review/links/546603110cf2f5eb18016014.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2015.

KISNER, C.; COLBY, L. A. **Exercícios terapêuticos**: fundamentos e técnicas. São Paulo: Manole, 2005.

LEHMKUHL, D.L. e SMITH, L.K. **Cinesiologia clínica**. 4. ed. São Paulo: Manole, 1987.

MARQUES JUNIOR, N.K. Sugestão do Mawashi Geri do Caratê SHotokan com embasamento da biomecânica. **Revista Movimenta**, v.4, 2011. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd171/soco-no-makiwara-do-karate-shotokan.htm>. Acesso em: 12 dez. 2015.

MARQUES, N.K. Biomecânica aplicada a locomoção e o salto do voleibol. **EFDeportes.com**, Revista Digital. Buenos Aires, amo 10, n.77, 2004. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd77/biomec.htm>. Acesso em: 13 dez. 2015.

MARQUES, N. R.; HALLAL, C. M.; GONÇALVES, M. **Características biomecânicas, ergonômicas e clínicas da postura sentada**: uma revisão. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-29502010000300015>. Acesso em: 14 dez. 2015.

MARTINS, E.A.; CARPES, F.P.; DAGNESE, F. e KLEINPAUL, J.F. Avaliação do posicionamento corporal no ciclismo competitivo e recreacional. **Rev. Bras.Cineantropom. Desempenho Hum**, v.9, n.2, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/rbcdh/article/view/4061/16712>. Acesso em: 12 dez. 2015.

MARTINS, R.C. **Análise das variáveis dinâmicas dos saltos verticais**. (Monografia), Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

MASSAUD, M.G.; CORRÊA, C.R. **Natação na idade escolar**. Rio de Janeiro: Sprint, 2003.

McGINNIS, P. M. **Biomecânica do esporte e exercício.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

MESQUITA FILHO, R.B.; CASTRO, F.A.S. Análise eletromiográfica dos músculos dos membros inferiores no movimento da pedalada: uma revisão bibliográfica. **EFDeportes.com**, Revista Digital. Buenos Aires, ano 16, n.163, 2011. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd163/analise-eletromiografica-dos-musculos-da-pedalada.htm>. Acesso em: 12 dez. 2015.

MICHA, D.N.; FERREIRA, M. Física no esporte – Parte 1: saltos coletivos. Uma motivação para o estudo da mecânica através da análise dos movimentos do

corpo humano a partir do conceito de centro de massa. **Rev. Bras. Ensino de Física**, v.35, n.3, p. 3301-3304, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172013000300001&script=sci_arttext>. Acesso em: 12 dez. 2015.

MICHALAK, J.; TROJE, N.F.; HEIDENREICH, T. Embodied effects of mindfulness-based cognitive therapy. **Journal of Psychosomatic Research**, v.68, 2010. Disponível em: <http://www.mindfulnessblog.nl/images/pdf/Michalak_2010_Embodied_effects_MBCT.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2015.

MICHALAK, J., ROHDE, K., TROJE, N.F. How we walk affects what we remember: Gait modifications through biofeedback change negative affective memory bias**. Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry**, v.46, 2015. Disponível em: <http://www.biomotionlab.ca/Text/MichalakEtAl2015.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2015.

MIRANDA, E. **Bases de Anatomia e Cinesiologia.** Rio de Janeiro: Sprint, 2000.

MORAIS FILHO, M.C.; REIS, R.A.; KAWAMURA, C.M. Avaliação do padrão de movimento dos joelhos e tornozelos durante a maturação da marcha normal**. Acta. Ortop. Bras**., v.18, n.1, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-78522010000100004>. Acesso em: 12 dez. 2015.

MORÉ, F.C.; CARPES, F.P.; CASTRO, F.A.S. Simetria das forças no nado Crawl: influência da respiração**.** In: **Anais do XII Congresso Brasileiro de Biomecânica**, 2007.

MOURA, N.A.; MOURA, T.F.P.; BORIN, J.P. Buscando relações entre velocidade de abordagem e desempenho em saltos horizontais: estudo a partir de atletas de elite do troféu Brasil de atletismo 2003. **Rev. bras. Cienc. e Mov.**, v.13, n.3, 2005. Disponível em: <http://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/viewFile/640/651>. Acesso em: 12 dez. 2015.

NAKAMURA, F. Y.; BORGES, T.O.; VOLTARELLI, F. A.; GOBBO, L.A.; KOSLOWISKI, Á.A.; PEREIRA, P.C.F. e KOKUBUN, E. Inclusão do termo de "Inércia" aeróbia no modelo de velocidade crítica aplicado a canoagem. **Rev. Ed. Física/UEM**, v.16, n.1, 2005. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi5__aqk5HLAhVGTJAKHXJUBX4QFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fcanoagem.org.br%2Fbiblioteca%2Farquivos%2Fbiblioteca_inclusao_termo_inercia_aerobia_2006_alvaro_acco.pdf&usg=AFQjCNHmaj8ET9lOvMDXeVRe0uImVfuRTA&sig2=BMtUt78bDVDbjMLX-D_0gA&bvm=bv.115277099,d.Y2I>. Acesso em: 12 dez. 2015.

NEUMANN, D.A. **Cinesiologia do aparelho musculoesquelético**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

NIGG, B.M.; HERZOG, W. **Biomechanics of the musculo-skeletal system**. Chichester: Jonh Wiley & Sons, 1995.

NORTON, K.; OLDS, T**.** Morphologia evolution of athletes over the century: causes and consequences. **J Sports Med**., v. 31, n.11, 2001. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11583103>. Acesso em: 12 dez. 2015.

NUNES, L.A.M.; ALVES, F.J.B.F. Relações entre rolamento do corpo e características cinemáticas da técnica de costas. **Revista Brasileira de Biomecânica**, v.11, n.20, 2013. Disponível em: <http://citrus.uspnet.usp.br/biomecan/ojs/index.php/rbb/article/download/157/125>. Acesso em: 12 dez. 2015.

ORTALE, J.R. **A importância da anatomia na formação do médico**. Departamento de Ciências Morfolõgicas-Instituto de Ciências Biológicas- PUCCAMP. S.D. Disponível em: <http://periodicos.puc-campinas.edu.br/seer/index.php/bioikos/article/viewFile/971/948>. Acesso em: 25 nov. 2015.

OSCARINO, J.M.; SILVA, P.L.P.; VAZ, D.V.; AQUINO, C.F.; BRÍCIO, R.S. e FONSECA, S.T. Eletromiografia: interpretação e aplicações nas ciências da reabilitação**. Fisioter. Bras**., v.6, n.4, 2005. Disponível em: <http://bases.bireme.br/cgibin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=491197&indexSearch=ID>. Acesso em: 12 dez. 2015.

PAULSEN, F.; WASCHKE, J. **Atlas de anatomia humana**, v. 3, 23. ed. Rio de Janeiro: 2013.

PEREIRA, P.C.; NOHAMA, P.; MANFFRA, E.F. E JORDAN, M. **Modelagem Biomecânica do Corpo Humano Aplicando Técnicas da Robótica**. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brasil, (PPGTS/PUCPR). S.D. Disponível em: <http://www.sbis.org.br/cbis/arquivos/1048.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2015.

PEREIRA, R.H.F.A.; LIMA, W.P. Influência do treinamento de força na economia de corrida em corredores de endurance. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v.4, n.20, 2010. Disponível em: <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4923334.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2015.

PETROSKI, E.L. **Antropometria**: técnicas e padronizações. Porto Alegre: Pallotti, 2003.

PORTO, F.; ALMEIDA, H.; ARAÚJO, M.P. E GURGEL, J.L. A biomecânica como disciplina transversal na formação de professores de educação física. **Revista CPAQV – Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, v.7, 2015. Disponível em: <http://www.cpaqv.org/revista/CPAQV/ojs2.3.7/index.php?journal=CPAQV&page=article&op=view&path%5B%5D=90&path%5B%5D=75>. Acesso em: 12 dez. 2015.

PRUDÊNCIO, M.V. (coord). **Biomecânica do movimento humano**: caderno de referência de esporte, 9. Fundação Vale UNESCO, 2013, 36p. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002250/225002POR.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2015.

RAFAEL, M.A.; OLMO, M.Á.F.; GONZALÉZ, O.V.; JÓDAR, X.A.; PÉREZ, F.J.V. DSJ (salto vertical sem contra-movimento a partir de flexão de joelhos acima de 120º) e corrida de velocidade de 30m a partir do repouso. **Fit. Perf. J**, v.7, n.5, 2008. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2936150>. Acesso em: 12 dez. 2015.

RANGEL, R.N. **Práticas de Físico-Química.** 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.

RASH, P.J. e BURKE, R.K. **Cinesiologia e anatomia aplicada**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1979.

RISCH, O.A.; CASTRO, F.A.S. Desempenho em natação e pico de força em Tethered Swimming. In: **Anais do XII Congresso Brasileiro de Biomecânica**, 2007.

SALMELA, L. F. T; MONTEIRO, C. M. S. **Papel do músculo bíceps braquial na estabilização da articulação glenoumeral**: revisão atômico-funcional e implicações clínicas. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/fpusp/article/viewFile/79395/83455>. Acesso em: 20 dez. 2015.

SANTOS, R. e FUJÃO, C. **Antropometria**. Universidade de Évora – Curso Pós-Graduação: Técnico Superior de HST, S.d., 20p. Disponível em: <file:///C:/Users/Win7/Downloads/ler.pdf>. Acesso em: 8 dez. 2015.

SANTOS, S.S. e GUIMARÃES, F.J.S.P. Avaliação biomecânica de atletas paraolímpicos brasileiros. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v.8, n.3, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v8n3/v8n3a05>. Acesso em: 8 dez. 2015.

SCHLUSSEL, M.M.; ANJOS, L.A.; KAC, G. A dinamometria manual e seu uso na avaliação nutricional. **Rev. Nutr.**, v.21, n.2, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141552732008000200009&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 12 dez. 2015.

SCHNEIDER, P.; BENETTI, G.; MEYER, F. Força muscular de atletas de voleibol de 9 a 18 anos através da dinamometria computadorizada. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v.10, n.2, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v10n2/a03v10n2>. Acesso em: 12 dez. 2015.

SILVA, C.G.; TERTULIANO, I.; APOLINARIO, M. e OLIVEIRA, T. **Natação**: Os 4 nados. Saídas, Viradas e Chegadas. São Paulo: Fontoura, 2011.

SILVA, F. ROCHA, E.; SOARES, D.; LOSS, J **. Caracterização do torque de resistência a partir das características musculares do quadríceps.** Artigo. Educação Física. Laboratório de Pesquisa do Exercício. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – URGS, 2005.

SILVA, J.P.B.M. **A história da anatomia e a sua importância no desenvolvimento das ciências farmacêuticas.** Dissertação. Mestrado em Ciências Farmacêuticas, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Lisboa, 2014.

SILVA, K.R.; MAGALHÃES, J.; GARCIA, M.A.C. Desempenho do salto vertical sob diferentes condições de execução. **Arquivos em movimento**, v.1, n.1, 2005. Disponível em:
<https://revista.eefd.ufrj.br/EEFD/article/viewFile/219/171>. Acesso em: 12 dez. 2015.

SILVA, K.R.; MAGALHÃES, J.; GARCIA, M.A.C. Desempenho do salto vertical sob diferentes condições de execução. **Arquivos em movimento**, v.1, n.1, 2005. Disponível em: <https://revista.eefd.ufrj.br/EEFD/article/viewFile/219/171>. Acesso em: 12 dez. 2015.

SILVA, P. e OLIVEIRA, G. Análise biomecânica e neuromuscular da musculatura extensora do trem inferior no salto de impulsão vertical. **EFDeportes.com**, Revista Digital. Buenos Aires, ano 9, n.67, 2003. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd67/biomec.htm>. Acesso em: 12 dez. 2015.

SILVA, S.R.D.; FRAGA, C.H.W. e GONÇALVES, M. Efeito da fadiga muscular na biomecânica da corrida: uma revisão. **Motriz**, v.13 n.3, 2007. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd67/biomec.htm>. Acesso em: 12 dez. 2015.

SKINNES, A.T.; THOMSON A.M. **Duffield**: Exercícios na Água. 3. ed., São Paulo: Manole 1985.

SOARES, B.; TOURINHO FILHO, H. Análise da distância e intensidade dos deslocamentos numa partida de futsal, nas diferentes posições de jogo. **Rev. Bras. de Ed. Fís.,** v.20, n.2, p.93-101, 2006. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rbefe/article/view/16617>. Acesso em: 12 dez. 2015.

SOARES, N.T. Um novo referencial antropométrico de crescimento: significados e implicações. **Rev. Nutr**., v.16, n.1, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S14155273200300010010>. Acesso em: 12 dez. 2015.

SOUSA, A.V.C. Influência do treino em esteira na marcha em dupla tarefa em indivíduos com Doença de Parkinson: estudo de caso. **Fisioter. Pesqui**., v.21, n.3, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/fp/v21n3/pt_1809-2950-fp-21-03-00291.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2015.

STORNIOLO JUNIOR, J.L.L.; FISCHER, G.; PEYRÉ-TARTARUGA, L.A. Comparação entre dois métodos para determinação de potência mecânica em saltos verticais. **Rev. Educ. Fis/UEM**, v.23, n.2, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S19833083201200020010>. Acesso em: 12 dez. 2015.

TEIXEIRA, C.S. e MOTA, C.B. A biomecânica e a Educação Física. **EFDeportes.com**, Revista Digital. Buenos Aires, ano 12, n.113, Octubre, 2007. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd113/a-biomecanica-e-a-educacao-fisica.htm>. Acesso em: 12 dez. 2015.

TORTORA, G.J. **Corpo humano**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

TRIBESS, S.; PETROSKY, E.L.; RODRIGUES-AÑEZ, C.R. Percentual de gordura em praticantes de condicionamento físico pela impedância bioelétrica e pela técnica antropométrica. **EFDeportes.com**, Revista Digital. Buenos Aires, ano 9, n.64, Setembro, 2003. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd64/antrop.htm>. Acesso em: 12 dez. 2015.

TUBINO, M.J.G. **Metodologia Científica do Treinamento Desportivo.** 8. ed, São Paulo: Ibrasa, 1984.

UNESCO. Biomecânica do movimento humano. **Cadernos de referência de esporte**, 9. ed. Brasília: Fundação Vale UNESCO, 2013, 36 p. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002250/225002POR.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2015.

VILELA, J. (coord.). **Cinesiologia.** Ponta Grossa – PR: UEPG, 2011.

WEINECK, J. **Biologia do Esporte.** São Paulo: Manole, 1991.

WILLIAMS, M; LISSNER, H. R. **Biomechanics of human motion.** Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1977.

WINTER, D.A. **Biomechanics and motor control of human movement**. 2. ed., John Wiley and Sons: New York, 1990.