



PONTO DE VISTA

CONCEITO DE PESQUISA E DO ENSINO DA BIOMECÂNICA NO ESPORTE

Hans-Joachim Menzel (*)

Prof. Visitante da
Escola de Educação Física da UFMG

RESUMO

MENZEL, H.J. Conceito de pesquisa e do ensino da biomecânica no esporte. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, vol. 06, nº 01, pp 52-58, 1992.

A Biomecânica do Esporte pode ser dividida em "Biomecânica do Rendimento", "Biomecânica Antropométrica" e "Biomecânica Preventiva". A Biomecânica do Rendimento se preocupa com as variáveis biomecânicas, que determinam o resultado do movimento em qualquer nível de rendimento. Os objetivos principais da Biomecânica do Rendimento podem ser diferenciados em análise da técnica de movimento, direcionamento da técnica de movimento, otimização da técnica de movimento, análise da condição física e direcionamento da mesma.

A Biomecânica Antropométrica se subdivide em "Diagnose de aptidão" e "Prognose das medidas antropométricas". Em relação ao rendimento, a função da diagnose de aptidão é a identificação dos tipos somatométricos que possibilitam alcançar nível elevado em uma disciplina esportiva. Em termos dos aspectos preventivos ela se preocupa com problemas de concordância da capacidade individual de suportar sobrecarga com a carga mecânica causada por uma atividade física escolhida. A prognose das medidas antropométricas faz parte do conceito de descobrimento de talento.

A Biomecânica Preventiva se subdivide em "Análise da carga mecânica" e "Formação da carga mecânica". Enquanto no esporte de alto nível a alta intensidade e quantidade do treinamento tende a grande desgaste, no esporte escolar e de lazer uma técnica inadequada de movimento e o uso de equipamento ina-

dequado aumenta o risco de lesão.

UNITERMOS - Biomecânica do Esporte, Conceito de Pesquisa, Conceito de Ensino.

Através da sistematização dos objetivos da Biomecânica do Esporte tem-se uma visão geral das tendências atuais da pesquisa e da importância da Biomecânica nos vários ramos do Esporte, como o escolar, o Esporte de lazer e o Esporte de rendimento.

De acordo com as áreas da sua aplicação, a Biomecânica do esporte pode ser dividida em:

- Biomecânica do Rendimento;
- Biomecânica Antropométrica;
- Biomecânica Preventiva.

1- Biomecânica do Rendimento

A Biomecânica do Rendimento não tem, necessariamente, a ver com o Esporte de alto nível. Só significa que este ramo se preocupa com as variáveis biomecânicas, que determinam o resultado de movimento em qualquer nível de rendimento. Os objetivos principais da Biomecânica do rendimento se referem à técnica de movimento e à condição física.

(*) Institut für Sportwissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main, Alemanha

1.1- Técnica de movimento

A análise da técnica de movimento tem como funções:

- a identificação das variáveis de influência;
- a avaliação da importância das variáveis de influência;
- diagnose individual em relação às falhas técnico-motoras.

1.1.1- Identificação das variáveis de influência do rendimento.

Uma variável é chamada de variável de influência quando o rendimento depende da qualidade desta. Consequentemente, uma variável de influência direciona o nível de rendimento, ou seja, o resultado do movimento. No arremesso de peso, por exemplo, a um estágio primário de dedução, são identificadas quatro variáveis de influência:

- a distância inicial : D_i
- a altura de soltura : h
- a velocidade de soltura: v_0
- o ângulo de arremesso : α_0 .

A grandeza de meta, que é a grandeza física na qual é representado o rendimento, é a distância horizontal (D) entre o ponto de soltura e o ponto de queda do peso. No segundo grau da dedução, são identificadas aquelas variáveis de influência que determinam as do primeiro grau de dedução. O conhecimento das variáveis de influência e das suas interdependências, bem como os princípios biomecânicos, são pré-requisito básico para entender os mecanismos da condução mecânica de movimento e para ensinar qualquer movimento em qualquer nível de performance.

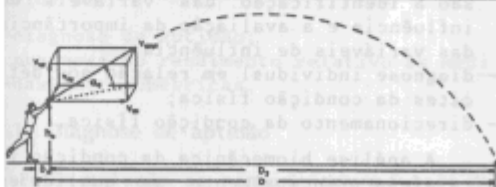


FIGURA 1 - Grandeza de meta e variáveis da influência no arremesso de peso (BALLREICH, 1989).

1.1.2- Avaliação da importância das variáveis de influência.

A avaliação da importância das variáveis de influência é uma medida essencial para a provável eficiência da modificação de cada uma destas variáveis. Esta avaliação responde à questão relativa à variável de influência, cuja alteração resulta da obtenção de maior rendimento. Desta forma, se obtém uma informação sobre a sequência das variáveis a serem modificadas para reduzir o processo de treinamento.

Para avaliar a importância das variáveis, é necessário saber a correlação quantitativa entre o rendimento e as variáveis de influência. A importância das variáveis de influência pode ser determinada através da avaliação dos efeitos de modificações destas variáveis em relação ao rendimento.

Na literatura existem várias propostas em relação ao método adequado para se avaliar a importância das variáveis de influência. Sob o ponto de vista geórico, cada variável pode ser alterada por uma percentagem definida da sua quantidade média. Mas, sob o ponto de vista real, a alteração deveria referir-se à variante padrão baseada numa variação inter-ou intra-individual do rendimento.

Exemplo:

Em todos os movimentos de locomoção, as variáveis de influência para a maximização da velocidade (v) são a frequência (f) e a trajetória (d) de ciclo. Para o aumento da velocidade de locomoção precisa-se saber qual destas variáveis tem maior importância, a frequência ou a trajetória de ciclo. A correlação quantitativa $v = d \times f$ permite cinco possibilidades lógicas para o aumento da velocidade:

- aumento da trajetória de ciclo enquanto a frequência permanece constante;
- aumento da frequência enquanto a trajetória de ciclo permanece constante;
- aumento da trajetória de ciclo e da frequência;
- aumento da trajetória de ciclo e diminuição da frequência com supercom



- pensação do efeito da diminuição através do efeito do aumento.
- aumento da frequência e diminuição da trajetória de ciclo com supercompensação do efeito da diminuição através do efeito do aumento.

Do ponto de vista teórico ainda não se sabe qual é a possibilidade real. Uma pesquisa realizada nos Jogos Olímpicos, em que participaram 32 velocistas de 100m feminino, demonstra que o aumento da frequência tende a maior rendimento do que qualquer das outras possibilidades (BALLREICH 1989,20).

1.1.3- Diagnóstico da técnica individual em relação às falhas técnico-motoras

A diagnose da técnica de movimento com a função da identificação das falhas técnico-motoras é baseada na comparação das qualidades atuais das variáveis de influência com os padrões do nível desejado. O problema é a determinação do padrão. Se o padrão se baseia nas diferenças de rendimento interindividuais, não se sabe se o indivíduo se comporta exatamente em concordância com o grupo. Porém a extrapolação do desenvolvimento do rendimento individual também é problemática.

1.1.4- Direcionamento da técnica de movimento

A função do direcionamento de técnica é a diminuição do tempo para se conseguir o nível planejado da técnico-motricidade.

O fundamento teórico do direcionamento biomecânico de técnica é o princípio de FARFEL (1977) da "informação complementar objetiva". O efeito da otimização da motricidade na aplicação deste princípio de treinamento é causado pela reação entre a percepção subjetiva de movimento e a informação objetiva.

Os problemas na aplicação deste princípio são:

- a escolha da estrutura temporal adequada para a percepção da informação objetiva;
- a codificação da informação (sinal acústico ou óptico, codificação binária, ternária e numérica).

Para resolver estes problemas é necessário um conceito interdisciplinar entre a Biomecânica, a Fisiologia e a Psicologia. Aplicada no treinamento do esporte de rendimento, a informação complementar objetiva permite melhor condução do movimento, enquanto que, na reabilitação, ela é utilizada para evitar sobrecarga.

1.1.5- Otimização da técnica de movimento

O objetivo da otimização da técnica do movimento vem a ser a avaliação de várias técnicas de uma modalidade esportiva. As modalidades esportivas orientadas pelo resultado de movimento possibilitam maior rendimento somente se a condição física for aproveitada no seu máximo.

Exemplo:

No início da década de 80, questionou-se se um atleta que fosse capaz de realizar uma saída da barra fixa num salto mortal duplo, com pernas estendidas, também seria capaz de fazer uma saída de salto mortal triplo com pernas fletidas. Para determinar se tal salto triplo poderia ser realizado, necessitou-se saber sobre as qualidades das variáveis biomecânicas que determinavam a trajetória e a rotação durante a fase de voo. Desta forma, foi provado teoricamente através de simulação de computador, antes da realização prática deste movimento, que se poderia realizar uma saída de salto mortal triplo com pernas fletidas.

1.2- Condição física

Os objetivos relativos à condição física correspondem aos objetivos da técnica de movimento. A saber:

- análise da condição física cujas funções são a identificação das variáveis de influência e a avaliação da importância das variáveis de influência;
- diagnose individual em relação aos déficits da condição física;
- direcionamento da condição física.

A análise biomecânica da condição física afeta principalmente as qualidades físicas da força, da velocidade de movimento e da flexibilidade.



1.3- Consequências para o ensino

As funções da Biomecânica do rendimento em relação à técnica do movimento são pré-requisitos para o entendimento de como qualquer movimento se realiza sob o ponto de vista mecânico. Isto inclui os seguintes itens:

- os princípios mecânicos e biomecânicos;
- o conhecimento das variáveis de influência que determinam a estrutura de qualquer movimento;
- a redução do tempo de aprendizagem motora através da aplicação da informação complementar objetiva.

Sendo assim, os objetivos da Biomecânica do rendimento devem fazer parte do conhecimento essencial de qualquer professor de educação física, pois o processo de aprendizagem motora só pode ser eficaz se a metodologia do ensino concordar com a biomecânica. Especialmente a diagnose em relação aos déficits da condição física e o direcionamento da condição física têm grande importância no esporte escolar e lazer em termos da prevenção e compensação do desgaste desfavorável na vida cotidiana.

A importância a respeito de problemas fisioterápicos é óbvia, pois qualquer processo de recuperação exige uma precisa condução e avaliação da carga para evitar hiperdesgaste. Através das novas construções de máquinas de musculação (por ex. Sybex) que contêm receptores de força, é possível conduzir a carga, ou seja, a força enquanto o atleta e o paciente está treinando.

2- Biomecânica Antropométrica

A Biomecânica antropométrica se subdivide em:

- diagnose de aptidão;
- prognose do rendimento relativo às medidas antropométricas.

2.1- Diagnose de aptidão

Em relação ao rendimento, a função da diagnose de aptidão é a identificação dos somatométricos que possibilitam alcançar nível elevado em uma disciplina esportiva. Para isto, precisam-se comparar as condições somatométricas individuais com as

exigências mecânicas das disciplinas esportivas. Na ginástica olímpica, por ex., um momento de inércia relativamente pequeno é vantajoso por causa da grande quantidade dos movimentos angulares. Porém, a função da diagnose de aptidão também se estende aos aspectos preventivos em relação à concordância da capacidade individual de suportar sobrecarga com a carga mecânica causada por uma atividade física escolhida.

2.2- Prognose das medidas antropométricas

A prognose das medidas antropométricas está diretamente ligada à questão do desenvolvimento das qualidades somatométricas de um atleta. Isto significa que um atleta pode conseguir as qualidades somatométricas necessárias para a realização de alto rendimento numa disciplina esportiva. Esta função da Biomecânica Antropométrica faz parte do conceito de descobrimento de talento.

2.3- Consequências para o ensino

Em termos da diagnose de aptidão, a Biomecânica antropométrica fornece importante contribuição aos aspectos preventivos. No futuro, não deve ser considerado o efeito fisiológico de uma atividade física em relação ao sistema cardiovascular, mas também os aspectos preventivos em relação ao aparelho locomotor que dependem da antropometria individual. Sendo assim, os aspectos da aptidão atingem o esporte de alto nível bem como o esporte de lazer.

3- Biomecânica Preventiva

A Biomecânica Preventiva se subdivide em:

- análise da carga mecânica;
- formação da carga mecânica.

3.1- Análise da carga mecânica

A função da análise da carga mecânica é a de identificação das cargas que agem no corpo humano durante a prática de atividades esportivas.

O conhecimento das cargas mecânicas nas atividades esportivas é um dos pré-requisitos para evitar hiperdesgaste.

Tais cargas, bem como a capacidade individual de suportar sobrecarga e as condições com que as forças agem (direção, distribuição e ponto de ação), são responsáveis pela quantidade do desgaste ocorrido.

Um dos problemas da quantificação da carga mecânica e do desgaste é a dificuldade na determinação das forças internas in vivo. Por um lado, normalmente não é possível medi-las diretamente, por outro lado, os resultados das medidas feitas com cadáveres possuem validade limitada devido à reação diferente dos tecidos mortos e vivos sob forças agentes. Sendo assim, aplicam-se para a determinação da carga mecânica métodos da Biomecânica externa para medir as forças reativas, como mostra do na Figura 2.



FIGURA 2 - Distribuição da força em relação ao tempo no andar (DEBRUNNER, 1985).

Através destas medições, se identificam irregularidades que são capazes de gerar dores e sobrecarga mecânica (por ex., fraqueza da musculatura que conduz à mobilização dos dedos ou a uma irregularidade da estática do pé).

A análise da carga mecânica em relação à modalidade esportiva, à técnica e estilo de movimento e às qualidades antropométricas é um dos pré-requisitos para a construção adequada do calçado e do meio ambiente esportivo (chão, colchão).

3.2- Formação da carga mecânica

A função da formação da carga mecânica é a orientação do desgaste mecânico sob a capacidade máxima de carga. Uma carga mecânica pode ser reduzida através da aplicação de técnica adequada de movimento, da construção do calçado e da formação do meio ambiente desportivo (chão, colchão, equipamento, como, por ex., raquete).

3.2.1- Formação da carga mecânica através da técnica de movimento

Do ponto de vista da anatomia funcional, há três técnicas diferentes para realizar uma alteração da direção do movimento (Figura 3).



FIGURA 3 - Técnicas para realizar uma alteração da direção do movimento, (a: posição a fundo; b: posição normal; c: posição com endorrotação da tibia; STÜSSI 1987).

Na posição (a), o eixo do astrágalo e da articulação do joelho quase estão perpendiculares à direção do movimento. Isto permite uma desaceleração do movimento sem carga lateral no pé. Na posição (b), o eixo longitudinal do pé fica perpendicular à direção do movimento. Sendo assim, os tendões laterais são muito desgastados. Na posição (c), o desgaste dos tendões laterais é ainda maior devido à grande distância entre o joanete lateral fixo e o eixo da tibia em movimento, causando maior momento de rotação.

3.2.2- Formação da carga mecânica através do meio ambiente

Como superfície de uma quadra de tênis, são utilizados saibro ou materiais artificiais que geram diferentes cargas mecânicas no sistema locomotor humano. A Figura 4 representa os vetores de força no ponto de ação no momento em que se desce para um movimento lateral. O ponto de ação fica constante no material sintético, enquanto o mesmo se desloca no saibro. Além disso, as forças reativas são menores no saibro do que no material sintético, significando menor carga nos tendões laterais do pé. Do ponto de vista da prevenção, o

saibro que permite deslizar deveria ser escolhido como superfície devido ao menor desgaste.

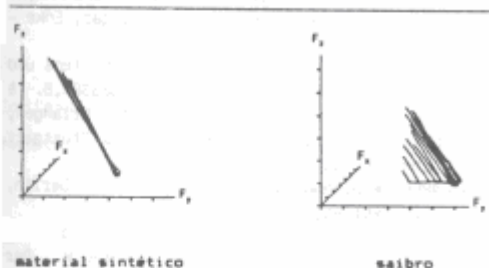


FIGURA 4- Vetores da força no ponto de ação de um movimento lateral de desaceleração (STÜSSI 1987).

3.2.3- Formação da carga mecânica através do calçado

A figura 5 mostra duas técnicas diferentes ao correr. Na técnica (a), o pé é posto primeiro com o calcanhar enquanto na técnica (b), ele faz o primeiro contato na parte média.

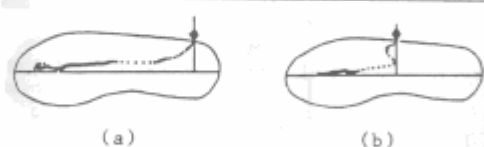


FIGURA 5- Trajetória do ponto de ação da força de duas técnicas ao correr (CAVANAGH 1987).

Devido às várias técnicas de correr, superfícies diferentes (gramado, asfalto, terra, tartan) e vários tipos antropométricos (peso do corpo, estática do pé), um tênis adequado precisa ser construído em concordância com a combinação individual destas variáveis.

3.3- Consequências para o ensino

Enquanto no esporte de alto nível a alta intensidade e quantidade do treinamento tende a grande desgaste, no esporte escolar e de lazer uma técnica inadequada

de movimento e o uso de equipamento inadequado aumenta o risco de lesão. A diminuição do risco de lesão é um dos pré-requisitos para o efeito saudável na prática de qualquer atividade esportiva. Sendo assim, os objetivos da Biomecânica Preventiva têm de ser incluídos em qualquer currículo da formação de treinadores e professores de educação física.

CONCLUSÃO

Os exemplos acima mencionados tornam clara a importância da Biomecânica para todas as áreas das atividades esportivas, ou seja, esporte de alto nível, esporte escolar, esporte de lazer, prevenção e reabilitação. Os ramos mais importantes da Biomecânica referem-se à estrutura mecânica do movimento e aos aspectos preventivos para evitar lesões em consequência de hiperdesgaste. Sendo assim, a Biomecânica é uma disciplina básica da ciência do esporte. Mesmo as decisões didáticas e metodológicas têm de considerar a informação Biomecânica em termos da estrutura mecânica de qualquer movimento, em qualquer nível de rendimento, e da formação da carga para evitar lesões. Na discussão interdisciplinar da ciência do esporte, a Biomecânica deve esclarecer que é um preconceito ligá-la somente ao esporte de alto nível com o objetivo da maximização do rendimento.

ABSTRACT

MENZEL, H.J. Research and teaching concepts of biomechanics of sports. Brazilian Journal of Science and Movement, vol. 06, nº 1, pp 52-58, 1992.

The subject fields of Biomechanics of Sports are "Biomechanics of Performance", "Anthropometric Biomechanics" and "Preventive Biomechanics". The main purpose of the Biomechanics of Performance is the identification of the variables which determine the result of movement. Its areas of research are "Analysis of Movement Techniques", "Conduction of Movement Techniques", "Optimization of Movement Techniques", "Analysis of Physical Fitness" and "Conduction of Physical Fitness". The Anthropometric Biomechanics can be divided into two areas which are "Diagnosis of Aptitude" and "Prognosis of Anthropometric Variables". Concerning the performance the objective of the

diagnosis of aptitude is the identification of somatometric types which are necessary for a high performance level. Focusing on preventive aspects the diagnosis of aptitude researches the problems of the ability of the individual anthropometric conditions to tolerate the characteristic mechanical load of various sports. The prognosis of anthropometric variables is used for the identification of talents.

The Preventive Biomechanics can be divided in two areas which are "Analysis of Mechanical Load" and "Formation of Mechanical Load". In high performance sports the intensity and amount of training lead to a high mechanical load while in recreational and school sports the risk of injury is caused by inadequate movement technique and equipment.

UNITERMS – Biomechanics of Sports, Research Concept, Teaching Concept.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01- BALLREICH, R. Untersuchungsziele der Biomechanik des Sports. In: BALLREICH, R. & BAUMANN, W. Grundlagen der Biomechanik. Stuttgart, Enke-Verlag, p. 13-54, 1989.
- 02- CAVANAGH, P.R. Biomechanik des Laufens und Probleme beim Laufsuh. In: SEGESEER, B. & PFÖRRINGER, W. Der Schuh im Sport. Erlangen, Enke-Verlag, 1985.
- 03- DEBRUNNER, H.U. Biomechanik des Fusses. Stuttgart, Enke-Verlag, 1985.
- 04- FARFEL, W.S. Bewegungssteuerung in Sport. Berlin, Sportverlag, 1977.
- 05- STÜSSI, E. Schnelle Seitwärtsbewegungen im Tennis. In: SEGESEER, B. & PFÖRRINGER, W. Der Schuh im Sport. Erlangen, Perimed-Verlag, p. 56-64, 1987.

ENDEREÇO DO AUTOR / AUTHOR ADDRESS

Hans-Joachim Menzel
Escola de Educação Física da UFMG
Av. Carlos Luz, 4664
Belo Horizonte - MG
CEP 31310

