TCC/UNICAMP
D376t
1365 FEF/33

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Educação Física

LEANDRO JOSÉ DELAZARO

O TREINAMENTO PLIOMÉTRICO E O VOLEIBOL: A IMPORTÂNCIA DA BASE DE FORÇA.

CAMPINAS
2003

TCC/UNICAMP
D376t
1290001365

LEANDRO JOSÉ DELAZARO

O TREINAMENTO PLIOMÉTRICO E O VOLEIBOL: A IMPORTÂNCIA DA BASE DE FORÇA.

Monografia apresentada a Universidade Estadual de Campinas, como exigência parcial para obtenção do título de bacharel em Educação Física, sob orientação da Profª.Dra. Roseli Golfetti.

CAMPINAS
2003

LEANDRO JOSÉ DELAZARO

O TREINAMENTO ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

DATA DE APROVAÇÃO: 11/11/03

COMPONENTE DA BANCA EXAMINADORA:

Profº.Drº.Miguel de Arruda.

Profª. Dra.Roseli Golfetti

A Deus, pela fé e perseverança em mim, e à minha Família, meu pilar de sustentação. Amo vocês.

Primeiramente, agradeço aos meus pais o apoio incondicional em todos os momentos da minha vida, pelo que são pra mim e pelo que me tornaram.Vocês me ensinaram a ter dignidade e honestidade acima de tudo.Obrigado.

Aos meus irmãos Fred e Carol, amo e torço por vocês!

Aos meus grandes amigos da turma 00, em especial a Rachel, Vê, Kamis, Kleber, Simone, Fer, Tati pelos momentos de diversão, risadas, besteiras e consolos, quando necessário.Nunca me esquecerei disso, pena que passou tão rápido.

Aos amigos que fiz em outras turmas e cursos da Unicamp. Turuta (pelas sacanagens....você não presta ehehe). Alan e Tarcila da Química, vocês são demais! Obrigado pelas baladas e feirinhas!

Ao Netho, professor e amigo. Agradeço-lhe pela amizade ao longo dos anos na graduação.Você sabe o quanto é admirado pelas pessoas por seu talento para a pesquisa.

E por fim, sou grato à professora Roseli, quem me recebeu no Laboratório de Fisiologia da FEF, disponibilizando toda a estrutura e materiais que eu precisava.E também a Juliana e Gabi do laboratório, pelo acompanhamento e apoio nos momentos finais.Muito obriagado.

Leandro J.

RESUMO

A presente monografia teve por objetivo realizar revisão da literatura a respeito das características físicas, somatotípicas, coordenação e habilidades motoras de jogadores de voleibol, bem como da importância do treinamento pliométrico nesta modalidade esportiva. Em relação às características somatotípicas , parece existir uma correlação com o nível de performance, de modo que jogadores de elite apresentam perfil ectomesomórfico e este tende para um perfil endomesomorfo à medida que decresce o grau de performance na modalidade. As ações principais na situação de jogo incluem sucessivos saltos para ataques e bloqueios, deslocamentos, e estes associados com saltos e rolamentos. Esses padrões de movimento requerem o aprimoramento das capacidades físicas de força, velocidade, resistência e flexibilidade, que através da coordenação motora resultam na melhora da habilidade técnica e conseqüentemente na eficiência em performance.O treinamento pliométrico tem sido amplamente empregado na modalidade por combinar força e velocidade, enfatizando ações de potência muscular. Neste método de treinamento os exercícios empregados ativam o chamado ciclo de alongamento-encurtamento músculo-esquelético e conjuntivo, induzindo a melhora na força de impulsão e potência nos saltos. Os processos subjacentes compreendem otimização da energia elástica armazenada na fase de pré-estiramento e também o reflexo de estiramento.Embora amplamente recomendado e aplicado nos programas de treinamento desportivo no voleibol, não se pode desconsiderar que a pliometria pode expor os atletas a riscos de lesões quando não adequada aos limites individuais e a progressão do treinamento.

Palavras chaves: volleyball, pliometric training, volleyball training.

ABSTRACT

The objective of this study was to approach the characteristics of somatotype, the required physical capacities and the pliometrics in the volleyball modality through the review literature. Seemingly, there is a correlation between level of performance of players and somatotype characteristics. High-level volleyball players are more ectomorphic and less endomorphic in relation to amateur level players. The main actions of the game include jumping to block and to attack, displacement, and these associated with jump and rolling. These characteristics movement solicit improve the physical capacities strength, speed, resistance, flexibility and coordination. The pliometric training, for combining speed and force exercises, emphasizing muscular power works, is sufficiently employed in the preparation of athletes to improve the propulsive force and potency in jumps. The exercises of this method of trainings use the muscular stretching-shortening cycle, which is based on two processes that are pointed as the cause of the success in athletic performance: the elastic energy stored in the muscle during the pre-stretching and the miotatic reflex. However, the pliometrics are a very harmful system due the high impacts of its exercises when does not adjust with individual athletic limit and progress training.

Keywords: volleyball, pliometric training, volleyball training.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo de exercício pliométrico do drop-jump. 19
Figura 2: Relação entre VJ e os parâmetros da relação força-velocidade. 21
Figura 3: Adaptações neurais e musculares ao treinamento de peso. 23
Figura 4: Unidade motora e junção neuromuscular. 34
Figura 5: Reflexo miotático no músculo quadríceps. 47
Figura 6: Localização e estrutura do fuso neuromuscular. 48
Figura 7: Localização e mecanismo de ação do órgão tendinosos de Golgi. 48
Figura 8: Registros eletromiográficos do músculo gastrocnêmio. 50

LISTA DE TABELAS

Tabela I: Correlação entre testes dinâmicos e saltos verticais. 21

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 11
METODOLOGIA 13
CAPÍTULO 1 14
Capacidades e Características Físicas de Jogadores de Voleibol 14
1.1 Somatotipos dos Jogadores de Voleibol. 14
1.2 Capacidades Físicas 18
1.3 A Coordenação Motora 38
CAPÍTULO 2 46
Treinamento Pliométrico 46
2.1- O que caracteriza o treinamento pliométrico. 46
2.2- O movimento do pré-estiramento no voleibol 48
2.3-Processos Adaptativos à Pliometria 54
CAPÍTULO 3 56
A Base de força e o Treinamento Pliométrico 56
3.1- Riscos e cuidados no treinamento pliométrico 57
3.2-Treinamento Peso x Treinamento Pliométrico 58
CONSIDERAÇÕES FINAIS 64
BIBLIOGRAFIA 66

INTRODUÇÃO

Nas últimas duas décadas a projeção da modalidade esportiva voleibol no cenário internacional atraiu o investimento de patrocinadores e da mídia em geral devido ao notável e crescente interesse das pessoas em praticá-lo.Entretanto, apesar dessa popularidade, o voleibol permanece carente de pesquisas por parte da Ciências do Esporte ligada ao treinamento desportivo.Em especial no Brasil, que embora possua seleções com resultados expressivos, bem como seja o atual campeão mundial masculino, continua ausente de publicações significativas sobre o tema.

Este estudo teve por objetivo abordar através de revisão da literatura as características físicas, somatotípicas, coordenação e habilidades motoras referentes aos jogadores de voleibol, e da mesma forma a importância do treinamento pliométrico a essa modalidade a fim de aprimorar as performances atléticas de saltos.

O primeiro capítulo se destina a apresentar primeiramente as características somatotípicas dos atletas de voleibol já que se admite que elas sejam um dos determinantes da performance. A literatura reporta a eles um somatotipo ectomesomorfo, porém, tal classificação tornou-se controversa após estudos evidenciarem divergências da mesma de acordo com os sexos (dimorfismo), funções dentro de quadra e também quanto ao nível de performance. Em seguida são caracterizadas as principais ações motoras no voleibol, pautadas em sucessivos saltos, deslocamentos e rolamentos em movimentos explosivos predominantemente, e as capacidades físicas necessárias para o bom desempenho das mesmas como a força, velocidade, resistência e flexibilidade, unidas através do controle do sistema nervoso representado pela coordenação motora.

No capítulo 2 retrata-se o treinamento pliométrico, sua origem, características de ações e grupos musculares mais empregados, buscando apresentar por quais razões seu emprego é visado no treinamento do voleibol. A pliometria faz uso do armazenamento da energia elástica no músculo e do reflexo de estiramento para potencializar a contração concêntrica dos quadríceps resultando em melhores performances de saltos. Ambos os processos acima são interligados nos quais tanto a energia elástica armazenada quanto o reflexo de estiramento são proporcionais ao grau e a velocidade de estiramento submetida ao músculo. São apresentadas também as adaptações que o tecido muscular sofre em

decorrência do treinamento pliométrico e as vantagens proporcionadas por elas nas ações atléticas.

E por fim, o terceiro capítulo se dispõe a tratar dos riscos que o treinamento pliométrico pode oferecer aos atletas quando empregado inadequadamente. Ao fazer uso de exercícios de saltos e sucessivas ações excêntricas, a pliometria é um treino de impacto articular e alta intensidade, predispondo os atletas a lesões caso seja realizada apresentando falhas nas coordenações dos movimentos, níveis baixos de força muscular, sob superfícies inadequadas e quando se desconsidera o princípio do treinamento desportivo e estrutural da periodização. Por isso, favorece-se a necessidade do treinamento pliométrico concorrente com o de força e o uso de materiais adequados a fim de prevenir as lesões e proteger os atletas, potencializando as performances.

METODOLOGIA

A presente monografia teve por objetivo abordar as características físicas e somatotípicas, coordenação e habilidade motoras de jogadores de voleibol, assim como investigar a importância e utilidade atribuída a pliometria no contexto da modalidade voleibol.

Utilizou-se do método de revisão da literatura fazendo levantamento bibliográfico nos acervos científicos Pubmed e SportDiscus entre os meses de julho e agosto de 2003, tendo como palavras chaves : volleyball, volleyball training e pliometric training. O material levantado foi lido no período de julho a setembro sendo realizado fichamento dos textos em leitura de reconhecimento.

A principal justificativa para o estudo deve-se, sobretudo, a carência de pesquisas na modalidade voleibol no Brasil, embora sejamos os atuais campeões mundiais no esporte. Contudo, o material selecionado problematiza alguns pontos no emprego do treinamento pliométrico de maneira geral. A literatura referente apresenta controvérsias quanto à altura ideal de queda nos exercícios capaz de provocar melhoras em performance dos saltos.. Outro ponto que se investiga é a real eficiência da pliometria quando comparada à execução rotineira de exercícios de saltos, onde estudos não observaram diferenças significativas na evolução das performances entre os treinamentos, ainda que ambos foram combinados ao treinamento de força com pesos.

CAPÍTULO I

Capacidades e Características Físicas de Jogadores de Voleibol

1.1 Somatotipos dos Jogadores de Voleibol.

Tem sido observado que as características físicas e os somatotipos de atletas variam em função do esporte e mesmo nas funções em que ocupam no campo e nas quadras (CARTER; HEATH, 1990; CARTER; DUQUET, 1996 apud GUALDI-RUSSO; ZACCAGNI, 2001).

Embora se reconheça que tanto as características morfológicas quanto os correspondentes somatotipos não representem os únicos pré-requisitos ao sucesso de um atleta, pois a performance esportiva é um fenômeno multivariado, tem se evidenciado que ambos influenciam de algum modo à performance física. As capacidades físicas e de somatotipos de atletas de voleibol tem recebido o enfoque de muitos estudos na tentativa de estabelecer uma relação entre biótipo e modalidade e também na observação entre fatores morfológicos e habilidades esportivas (GUALDI-RUSSO; ZACCAGNI, 2001; TORIOLA; ADENIRAN; OGUNREMI, 1987).

Na modalidade voleibol, não existe dados abundantes a respeito das características peculiares aos jogadores. Principalmente quando se focaliza para as posições específicas dos jogadores no sistema de jogo 5x1, o mais usado pelas equipes de voleibol atualmente. Esse sistema se organiza na quadra de tal forma que 5 jogadores atuam no ataque, sendo eles os centrais, ponteiros e oposto, e um levantador, responsável pela organização e levantamento das bolas que serão atacadas contra o adversário.

De acordo com Gualdi-Russo e Zaccagni (2001), o perfil antropométrico dos jogadores de voleibol inclui elevada estatura, potência muscular, habilidade para saltar, velocidade e coordenação motora. Todas sendo indispensáveis para uma modalidade que

exige força e impulsão para bloquear, força e velocidade para atacar, resistência para se manter nos sets e também de habilidade técnica.

É interessante ressaltar que entre as características morfológicas, o comprimento longitudinal do esqueleto aparece em alguns trabalhos com destaque. Heimer et al (1988), seguindo o protocolo de Heath and Carter (1967), fizeram várias análises antropométricas de dobras cutâneas e comprimento e circunferência dos membros de atletas da seleção adulta de voleibol masculino da Iugoslávia. Os dados obtidos foram comparados com os dados produzidos por atletas da seleção juvenil (coletados no estudo de Strahonja, 1974), da primeira e segunda divisão do campeonato local (Strahonja,1978) e também com os jogadores que vinham apresentando boas performances no campeonato nacional (mensurados por Momirovic et al.,1966). Como resultado, os membros da seleção adulta apresentaram os mais altos valores nas dimensões longitudinais do esqueleto, massa corporal e nas medidas de circunferências corporais em relação aos outros grupos. Além disso, os atletas também apresentaram baixos valores de dimensões transversais do esqueleto e de gordura subcutânea em relação aos grupos da primeira e segunda divisão e aos atletas com bons desempenhos no campeonato nacional. Tais fatos surgem para substanciar a predisposição da linearidade do esqueleto e da musculatura sobre a performance atlética no voleibol, de acordo com Gladden e Colacino, 1978; Kansal Et al., 1983 e Ongley e Hopley, 1981 apud HEIMER; MISIGOJ; MEDVED,1988.

A literatura referente à classificação do físico dos indivíduos tem uma longa história estando presente na civilização grega com Hipócrates.A partir disso, houveram outros numerosos esforços na tentativa de descrever e classificar os tipos físicos através de várias combinações de medidas antropométricas. Contudo, eventualmente todos chegavam a uma descrição do corpo em dois ou três tipos principais: o lateral (arredondado), muscular e o linear. A abordagem de William Sheldon (1940) ao tema serviu de base para o surgimento de outros métodos relativamente recentes. Sheldon se baseava na premissa de que há uma variação continua na distribuição do físico de acordo com três componentes de conformação do corpo que são a endomorfia, mesomorfia e a ectomorfia. A contribuição de cada um desses componentes define o somatotipo do individuo. Seu método avaliava cada componente separadamente por meio de observações visuais classificando-os numa escala de 1 a 7, sendo o 1 o valor de menor expressão, o 4 o valor moderado e o 7 a expressão

completa do componente. O somatotipo se apresenta expresso por três números, iniciando-se respectivamente por endomorfia, mesomorfia e ectomorfia.(MALINA; BOUCHARD, 2002).

Sheldon modificou seu modelo original a fim de abranger as alterações provocadas pelo crescimento, que antes eram negligenciadas. Além disso, o método recebeu críticas de que as avaliações eram muito subjetivas e que a escala de 1 a 7 era bastante limitada pelo fato do somatotipo de um indivíduo poder sofrer mudanças. Assim, surgiu o método fenotípico de Parnell (1958), incorporando dimensões antropométricas para obtenção de um fenótipo de um dado momento no tempo.Parnell manteve a escala de avaliação e o sistema de leitura do fenótipo igual ao de Sheldon (MALINA; BOUCHARD, 2002). Já Heath – Carter (1967) partiram para a combinação de procedimentos fotoscópicos e antropométricos para estimar os somatotipos dos indivíduos, aumentando a escala de classificação dos componentes para abranger uma faixa maior de variação.Tal método se diferenciou por se referir à composição corporal na definição da característica física, e não somente à forma do corpo conforme Sheldon. Por isso, percebe-se que ambos os métodos utilizam o termo somatotipo, mas com diferentes significados para cada um (MALINA; BOUCHARD, 2002).

Segundo o método de Heath-Carter, os componentes somatotípicos se definem:

- *Endomorfia:* é derivada da somatória de três dobras cutâneas, a tricipital, subescapular e supra-ilíaca, para a quantificação da magreza ou quantidade de gordura relativa;
- *Mesoformia*: é obtido a partir das circunferências biepicondilar e bicondilar do braço fletido, corrigidas pelo valor da dobra cutânea tricipital, e pela circunferência da paturilha corrigida pela espessura da dobra cutânea da panturilha medial. A correção se trata de subtrair o valor da dobra cutânea da circunferência. Esse componente expressa a massa magra relativa à estatura;
- *Ectomorfia*: se refere à linearidade e fragilidade relativa do corpo, baseada no índice ponderal da estatura dividida pela raiz cúbica do peso.

Cada componente contribui diferentemente para a apresentação do somatotipo, já que ele representa a gordura, a muscularidade e linearidade relativa à forma física.

Entretanto, a classificação não fica restrita a qualquer um desses componentes, podendo assim, ser verificado somatotipos de características intermediárias entre eles. A indicação de um somatotipo 4-3-4, por exemplo, significa que o indivíduo tem um somatotipo equilibrado. Esse fato dá margem para a denominação de somatotipos endo-mesomórfos, meso-endomórfos, meso-ectomorfos, ecto-mesomorfos, ecto-endomorfos e endo-ectomorfos verificados nos estudos.

De acordo com certos trabalhos científicos, que adotaram o método e o conceito somatotípico de Heath-Carter na verificação das dimensões antropométricas de jogadores de alto nível, o jogador de voleibol se caracteriza por um somatotipo ecto-mesomorfo (GUALDI-RUSSO; ZACCAGNI, 2001; HEIMER; MISIGOJ; MEDVED, 1988; TORIOLA; ADENIRAN; OGUNREMI, 1987).Contudo, essa caracterização se apresenta bastante complexa por estudos que abordaram as diferenças existentes entre os sexos, ou seja, dimorfismo, bem como em relação às posições dos jogadores na quadra.

Gualdi-Russo e Zaccagni (2001) analisaram os somatotipos de homens e mulheres atletas da liga italiana A1 e A2 nas temporadas 1992-93 e 1993-94, nos quais um dos principais objetivos foi verificar o nível de dimorfismo sexual, e ainda examinar a diferença dos somatotipos dentro dos papéis do jogo e em relação ao nível de competição. Entre as inúmeras observações interessantes, constatou-se que existem significativas diferenças entre homens e mulheres atletas. Os homens são mais altos e mais pesados, têm maiores diâmetros de fêmur e úmeros e menores valores na densidade das dobras cutâneas. Dados que concordam com o observado em indivíduos não-atletas.Quanto ao componente somatotípico, as mulheres atletas tendem a ser mais endomórficas e menos mesomórficas do que os homens devido a maior concentração de tecido adiposo e menor desenvolvimento de massa muscular.

Entre os papéis dentro do jogo, em ambos os sexos os levantadores tiveram valores mais altos de endo e mesomorfia, enquanto os jogadores centrais apresentaram mais altos valores em ectomorfia. Por sua vez, os ponteiros e opostos diferiram pouco entre si, apresentando características intermediárias entre levantadores e centrais. Os resultados obtidos neste estudo confirmam a relação entre as características físicas e as necessidades técnicas e táticas de cada jogador. A grande diferença ficou entre levantadores e centrais, e desta forma, para os primeiros, a ênfase é na agilidade, velocidade e habilidade de

organização do jogo, submetendo a estatura a um plano "secundário". Aos centrais, a estatura elevada se define como uma vantagem na interceptação dos ataques adversários na rede, e justamente por isso, se destaca o somatotipo ectomorfo.

O mesmo estudo verificou também diferenças significativas nos dados antropométricos e componentes somatotípicos em relação ao nível de performance entre os atletas da liga italiana A1 e a A2. Os atletas da liga A1 apresentaram valores médios de altura, peso, índice de razão entre peso e altura e diâmetro umeral (somente os homens) mais elevados e valores médios de dobras cutâneas mais baixos do que os da liga A2. Quanto aos componentes somatotípicos, houve um aumento da ectomorfia e uma diminuição da endo e mesomorfia dos atletas da Liga A2 para os da Liga A1 em ambos os sexos, principalmente entre os dados masculinos, os quais confirmou a tendência de maior homogeneidade entre os homens com a melhora do nível de performance, já estudada anteriormente por Gualdi-Russo e Graziani (1993). Assim, conforme a elevação do nível da performance, observou-se maior homogeneidade entre os atletas para o somatotipo ectomesomorfo na liga A1 (GUALDI-RUSSO; ZACCAGNI, 2001).

1.2 Capacidades Físicas

Gualdi-Russo e Zaccagni (2001) definem o voleibol como um esporte que envolve a força para o bloqueio, a força e a velocidade para a execução do ataque, resistência para manter-se em jogo durante os sets, e a habilidade técnica.

Por esse panorama geral, se percebe a complexidade dos movimentos que caracterizam as ações em um jogo de voleibol. Nele, é possível um atleta realizar de 140-200 saltos entre bloqueios e ataques, elevados números de sprints, ou corridas de arrancada, em distâncias que variam de 1 a 9 metros, como também deslocamentos dentro da quadra que podem se manifestar associados a rolamentos e saltos. Os padrões desses movimentos requerem o aprimoramento das capacidades físicas de força, resistência, velocidade e flexibilidade, manifestadas harmoniosamente pela coordenação motora, para um bom desempenho. Contudo, conforme Heimer et. al. (1988), na realização de todos essas ações é muito difícil destacar um componente físico que atue isoladamente durante o jogo,

originando a manifestação da combinação de capacidades físicas tais como resistência de velocidade (ou Sprint), resistência de força e de força explosiva (potência), entre outras, as quais empregam energias provenientes dos sistemas metabólico aeróbio e anaeróbio.

Nesse contexto faz-se necessário destacar a importância das capacidades físicas mais relevantes à modalidade voleibol.

- Força

Segundo Weineck (1999) força é a tensão que um músculo ou grupo muscular exerce contra uma resistência. A sua definição seria simples se não tivéssemos que considerar os diversos fatores que influenciam em suas manifestações (tipo de força, trabalho muscular e tensões musculares).Por isso, é preferível aborda-la no seu contexto de manifestação, aqui refletido na modalidade voleibol, a qual emprega o uso da força para a execução de fundamentos do esporte como os ataques, saques, levantamentos, bem como durante saltos e deslocamentos.

Para Viitasalo (1988) e Künstlinger (1987), apud Driss et. al (1998), as ações curtas e vigorosas submetidas constantemente em performances atléticas no voleibol dependem da força e principalmente da força explosiva para bons rendimentos físicos.

⇒ Força Explosiva (Potência)

A capacidade do sistema neuromuscular de realizar movimentos com o corpo ou mesmo conduzindo objetos em uma máxima velocidade, ou seja, em um curto tempo (WEINECK, 1999). Essa força pode ser diferente de membros superiores para membros inferiores assim como diferentes entre eles, dependendo intimamente da organização do sistema nervoso para a sua execução por meio dos programas de processamento neural. Para o desenvolvimento de força remete-se também a correlação existente entre força e a

velocidade do movimento, para o qual sempre que ocorra aumento da carga aplicada ao corpo isto implicará em elevação da força desenvolvida.

Dentre as fibras musculares que compõem os músculos esqueléticos, pode-se caracterizar dois tipos de fibras, que geralmente estão distribuídos em proporções semelhantes, embora alguns músculos sejam compostos predominantemente por um tipo. São as fibras classificadas como tipo I ou fibras de contração lenta, e àquelas classificadas como tipo II, as chamadas fibras de contração rápida, as quais são subdivididas em fibras IIa e IIb. As fibras tipo I se destacam pela alta concentração de mitocôndrias que as capacitam em elevada eficiência ao metabolismo oxidativo e resistência à fadiga. Já as fibras tipo II apresentam um número escasso de mitocôndrias e por isso baixa resistência a esforços prolongados. Contudo, são fibras com expressiva concentração de enzimas glicolíticas, provendo-as de grande capacidade anaeróbia (POWERS; HOWLEY, 2000).

A diferença entre os dois tipos de fibras rápidas presentes no músculo esquelético se encontra na maior velocidade de atuação da enzima ATPase no subtipo II,em especial no IIb, conferindo a esta a maior velocidade de contração e maior tensão desenvolvida entre todas as fibras musculares. As fibras tipo IIa são conhecidas por alguns autores como fibras intermediárias por apresentarem características bioquímicas e de fadiga que se encontram entre as fibras IIb e as tipo I. Por sua vez, as fibras tipo IIb possuem as mais baixas resistências à fadiga tendo em vista seu elevado consumo de energia por unidade de trabalho, necessitando assim de períodos recuperativos entre suas rápidas contrações (POWERS; HOWLEY, 2000).

Por isso, a manifestação da força explosiva está intimamente dependente da velocidade com que as fibras tipo II se contraem durante as ações atléticas, bem como da força gerada por elas, as quais, conforme citado, estão ligadas à reatividade do sistema nervoso.

Bosco et al (1982) destacaram um ponto importante em relação ao tipo de fibra acionada na realização de saltos. Sua hipótese era que diferentes tipos de fibras musculares utilizavam de forma diferenciada a energia elástica armazenada durante a realização de saltos. Indivíduos com diferentes proporções de fibra musculares foram testados durante a realização de saltos verticais em diversos ângulos de flexão da perna.

Os resultados obtidos mostraram que os indivíduos com maior porcentagem de fibras rápidas desenvolviam maior força na fase da flexão dos membros inferiores, durante a realização do salto com pequena amplitude de movimento, comparados com os indivíduos que apresentaram maior percentual de fibras lentas.

No entanto, nos saltos executados em uma maior amplitude de movimento e, conseqüentemente com um maior tempo de transição da fase de flexão dos membros inferiores para o salto, os indivíduos com maior percentual de fibras lentas tiveram um melhor desempenho do que àqueles de fibras rápidas. O motivo do fato observado se pauta na possibilidade das pontes cruzadas das fibras rápidas entre actina e miosina nos sarcômeros se "desligarem" devido ao prolongamento do tempo de transição dessa fase.

Bons níveis de força explosiva (potência) desenvolvidas permitem aos atletas executarem saltos de ataque e bloqueio em maior velocidade e altura, assim como também sprints e outros deslocamentos em velocidade.Ações, que somadas a outros fatores, são determinantes no jogo.

Heimer et al (1988) observaram padrões de força elevados nos membros inferiores e no tronco de atletas iuguslávos na seleção adulta de voleibol masculino de 1985/1986 através de testes de extensão do tronco e de força dos membros inferiores e extensão do tronco, referido em seu estudo como força antigravitacional. Os autores atribuíram esses dados a intensa preparação de treinamento de força explosiva característicos da modalidade.

Tendo em vista a importância da força rápida, outros estudos também têm buscado compreender como se comporta a manifestação dessa força dentro de alguns contextos experimentais. Maffiuletti et al (2002), aplicaram um treinamento pliométrico, através de saltos verticais, combinado com eletro-estimulação dos músculos flexores do joelho e flexores plantares em voleibolistas de nível regional da liga italiana de voleibol durante 4 semanas . Os jogadores foram testados antes, durante (2ªsemana) e depois (4ª semana) do programa de treinamento, e também após duas semanas do seu término para verificar por quanto tempo seus efeitos poderiam ser mantidos.No primeiro teste, o de saltos, os atletas executavam uma seqüência de saltos em diversas posições de flexão da perna, os quais eram mensurados e armazenados por um computador através de um sistema óptico e de cronômetro interligados, possibilitando assim o cálculo do tempo de vôo durante o salto. A

princípio saindo da posição estática de 90° de flexão da perna e com as mãos na cintura para minimizar a contribuição dos braços; depois iniciando o salto com flexão de 70° das pernas; em seguida executando o "drop-jump" (figura 1) da altura de 0,40cm; partindo da posição sentada, fazer o contra-movimento em direção ao chão estendendo o joelho em seguida; e por último podendo usar o movimento dos braços na execução do salto com contra-movimento. No segundo teste, os indivíduos sentavam em um aparelho específico que mantinha seus joelhos sob 70°. Com eletródos fixados na musculatura da perna, eles deveriam realizar três contrações máximas voluntárias (MVC) dos extensores do joelho e dos flexores plantares.

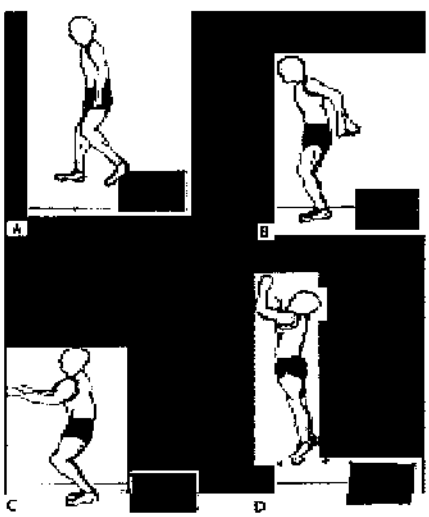

Figura 1: Modelo de exercício pliométrico do drop-jump. DUKE, S. G. Plyometrics: The Theoretical and Physiological Foundations. Chiropractic Sports Medicine, v. 4, n. 2, 38 p. 1990.

O resultado encontrado indicou que o programa de treinamento conseguiu aumentar a força máxima voluntária dos extensores dos joelhos e dos flexores plantares e também aumentar a altura de diferentes saltos verticais. No entanto os autores observaram que a força explosiva, testada a partir da execução dos saltos verticais, obtinha melhoras tardias em comparação com a força máxima, mensurada através do teste de força máxima voluntária (MVC), no qual se observaram melhoras de efeito imediato.

A principal explicação para o fato de se ter verificado adaptações iniciais mais acentuadas para a força máxima em comparação à força explosiva se pauta no fato das

sessões de eletroestimulação serem executadas em condições semelhantes aos testes de MVC já que ambos eram executados nas mesmas posições e aparelhagem, e também evocavam tipos e durações de contrações similares.

A partir desses estudos, pode-se estabelecer uma relação entre a força explosiva com a capacidade da potência máxima anaeróbia, já que os movimentos que caracterizam a sua presença usam das fontes do metabolismo anaeróbico alático-lático. Heimer et al (1988) avaliaram essa capacidade nos atletas da seleção iugoslava através do teste de Szögy segundo Medved et al (1985), o qual usa de repetitivas cargas máximas de curta duração na bicicleta ergométrica.Os dados, obtidos em joule por quilo de massa corporal foram caracterizados em uma tabela de avaliação de I a V abrangendo respectivamente o significado de ruim, moderado, bom, muito bom, e excelente.

Os autores verificaram que sua amostra produziu pontuações satisfatórias no segmento energético alático com a maior parte dela apresentando o valor IV na escala, resultados comparáveis aos de estudos soviéticos quanto aos bons níveis de capacidade anaeróbica alática. Contudo, a capacidade anaeróbica lática não obteve a mesma satisfação, se colocando em níveis de pessoas não treinadas, pois por volta de sete atletas apresentaram-se no valor I da escala e os outros na marca moderada, o que para os autores, refletiu uma falta de cuidado no processo de treinamento neste segmento energético dos atletas.

Driss et al (1998) realizaram um estudo com jogadores de voleibol no qual os testes de saltos verticais, testes de potência anaeróbia máxima de membros inferiores e superiores, testes de força isométrica máxima voluntária e da taxa de desenvolvimento de força isométrica, foram aplicados aos atletas com a finalidade de propor uma bateria de testes apropriados a eles e entender a relação entre os mesmos. Os testes de potência de membros inferiores e superiores, realizados em bicicleta ergométrica, e os de saltos verticais seguiram o modelo de Vandewalle et al (1987).O teste de taxa de desenvolvimento de força foi executado no aparelho de leg press.

Conforme a tabela I e a figura 2, os dados mostraram que houve correlação entre os testes na bicicleta ergométrica para os membros superiores (MS) e inferiores expressos tanto em massa corporal, peso corporal quanto em comprimento dos membros. Os valores de potência e força dos membros foram significativamente correlacionados com os saltos

verticais, os quais se correlacionaram com os testes de força isométrica máxima no membro inferior (MI) direito e esquerdo, expressos em valores absolutos (N).

Tabela I-Correlação entre testes dinâmicos e saltos verticais. Adaptado de DRISS et al. Maximal power and force-velocity relationships cycling and cranking exercises in volleyball players. J Sports Med Phys Fitness, 38, n.4, 286-93 p, 1998.

Parâmetros	Pmax MI (W.Kg)	F MI (N.Kg)	Pmax MS (W.Kg)	F MS (N.Kg)
VJ (cm)	0.754***	0.678**	0.842***	0.768***

***: p<0.001, **: p<0.01, *: p<0.05

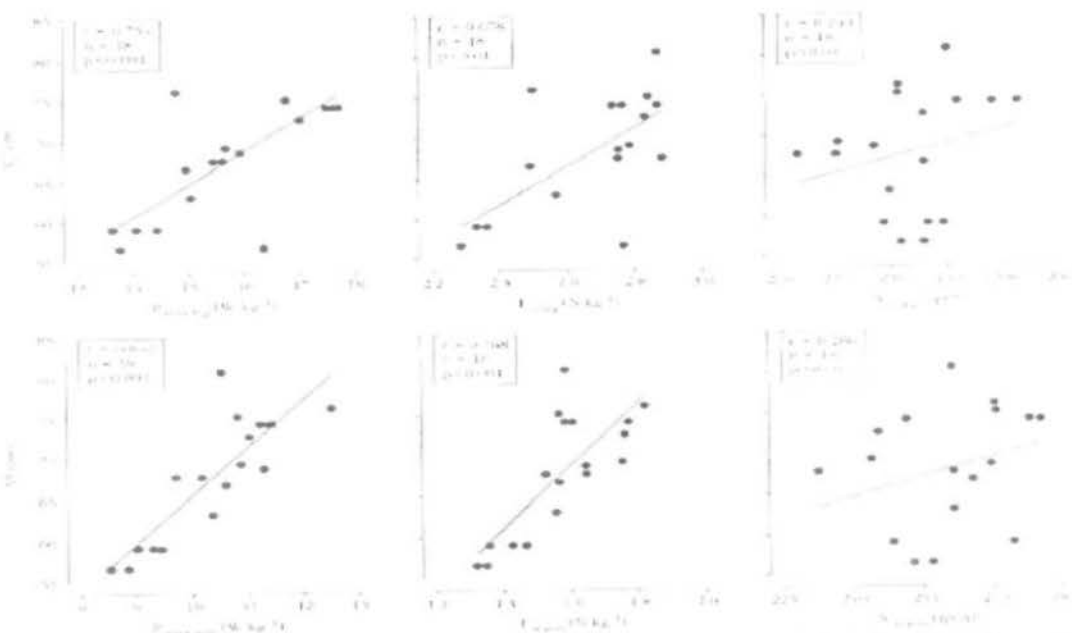

Figura 2: Relação entre vertical jump (VJ) e os parâmetros da relação força-velocidade durante teste na bicicleta de membros inferiores e superiores. Adaptado de DRISS et al. Maximal power and force-velocity relationships cycling and cranking exercises in volleyball players. J Sports Med Phys Fitness, 38, n.4, 286-93 p, 1998.

No estudo as alturas atingidas nos saltos verticais não se correlacionaram com a taxa de desenvolvimento de força isométrica expressa em N ou mesmo em unidades da massa

corporal. Com base nos resultados, Driss et al (1998) afirmam que os valores de potência máxima anaeróbia de seu estudo foram significativamente mais altos do que os anteriormente apresentados por Heimer et al (1988) e Smith et al (1992) possivelmente pelas diferenças nas cargas de força e protocolos empregados. Os autores propõem a inclusão de testes de salto vertical e potência na avaliação de jogadores de voleibol desde que ambos apresentaram correlações nesse estudo e, pelo fato de não ter sido verificada correlações significativas entre os testes isométricos com os dinâmicos, eles questionam o interesse em mensurar força isométrica em jogadores de voleibol.

⇒ Resistência de Força:

A resistência de força se caracteriza por ser o produto entre a força e a resistência. O seu desenvolvimento considera a intensidade do estímulo em relação à contração máxima, o número de repetições (freqüência) e a duração (WEINECK, 1999).

Em uma partida de voleibol, pode-se perceber que os jogadores se movimentam muitas vezes em seqüências combinadas com corridas, saltos, rolamentos e deslocamentos rápidos. Heimer et al (1988), ao estudarem as características físicas de jogadores da seleção iugoslava de voleibol através de testes antropométricos e físicos, destacaram a importância da capacidade muscular nessas performances, para as quais os atletas precisam manter movimentos vigorosos em elevados níveis de rendimento por tempos prolongados com duração e intensidades variadas, tendo em vista que as partidas impõem esforços físicos distintos.

De acordo com Weineck (1999) uma forma especial de resistência de força é a resistência de força rápida, de suma importância nas modalidades esportivas que mobilizam força rápida de troncos e membros por longos tempos.Tal resistência é dependente da recuperação da musculatura, para a qual se faz necessária boa capacidade anaeróbia lática e do metabolismo aeróbio. Condições que se enquadram perfeitamente com as características do jogo de voleibol, no qual as ações motoras são intercaladas com breves períodos de repouso ativo.

⇒ Força Máxima:

Definida como a maior força que o sistema neuromuscular pode desenvolver durante uma contração máxima voluntária, a força máxima está presente em muitas modalidades esportivas com peso, especialmente. Observa-se na literatura que ela é distinguida em força máxima dinâmica e estática.A força máxima estática, segundo Frey (1977) apud Weineck (1999), é a maior força que o sistema neuromuscular desenvolve por meio de uma contração máxima voluntária contra uma resistência. A força máxima dinâmica diz respeito a maior força que o mesmo sistema disponibiliza executando uma seqüência de movimentos.

Assim como em outras modalidades esportivas, a força máxima assume importância no voleibol quando se associa às capacidades físicas de resistência e velocidade, já que ela não se manifesta isoladamente nos deslocamentos rápidos e nos saltos verticais, nos quais a maior parte das combinações táticas do jogo de voleibol se baseia (BELIAEV, 1998 apud OLIVEIRA, 1997). Dentre as ações, as que exigem maior mobilização física e de elevada intensidade são os saltos realizados para ataques, bloqueios e saques.Tais movimentos exigem força para a execução e para o amortecimento dos impactos provocados pelos mesmos, requerendo aprimoramento nessa capacidade a fim de evitar lesões bem como promover ótimas performances (OLIVEIRA, 1997).

Sardinha e Mil-Homens (1989) expõe, citando Gambetta (1986), que um atleta leva de 0,5-0,7 s para produzir força máxima, embora não apresente como e qual músculo foi testado.Assim, destaca que poucos esportes explosivos fazem uso de atividades que durem tal tempo. No caso do voleibol, os tempos de apoio sobre o solo no qual se aplicam as forças duram em média 0,24s.Por isso, os movimentos de altas velocidades angulares no voleibol treinam o atleta a produzir a maior força voluntária nesse curto período de tempo.

O desenvolvimento específico da força máxima depende de alguns fatores tais como as estrias transversais do músculo (WEINECK, 1999).No entanto, músculos "fortes" ou aparentemente com boa secção transversal não necessariamente produzem os melhores resultados (MAFFIULETTI, et al., 2002). Conforme Sale (1988), o que importa na verdade

é a massa muscular ativada pelo sistema neuromuscular, a qual refletirá no grau de força, velocidade, e outros, para o desempenho das performances esportivas.

Segundo a literatura, ao controle nervoso cabe um papel de extrema importância desde que estudos comprovaram ser possível aumentar a força sem que haja a hipertrofia muscular. Sale (1988), por exemplo, relata que os primeiros ganhos de força em um processo de treinamento são resultados de adaptações neurais que permitem melhor ativação dos músculos agonistas, assim como melhor coordenação dos mesmos com seus respectivos antagonistas e sinergistas.

Conforme Sardinha e Mil-Homens (1989), em contrações voluntárias a ativação das unidades motoras são independentes, contudo, isso pode se modificar através do treinamento, com várias unidades sendo ativadas simultaneamente.Portanto, os aumentos de força verificados são devidos não só ao aumento da secção transversal muscular, mas a sincronização das unidades motoras ativadas.Assim, todo esse processo de adaptações neurais contribui para o fortalecimento de uma rede de força na direção do movimento desejado e, com decorrer do tempo de treinamento os ganhos de força obtidos passam a ser provindos da hipertrofia muscular (figura 2) (SALE, 1988).

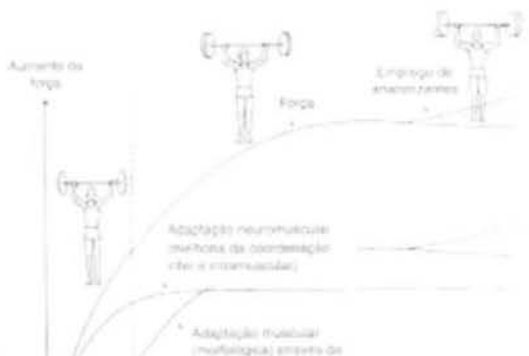

Figura 3: Adaptações neurais e musculares ao treinamento de peso. SALE, D. G. Neural adaptation to resistance training. Med Sci Sports Exerc, v. 20, n. 5 Suppl, S142 p, 1988.

A melhora na amplitude de ativação das unidades motoras oriundas do treinamento, verificadas por meio da eletromiografia (EMG), não somente aumenta o pico de força capaz de ser desenvolvido como inclusive aumenta a velocidade desenvolvida, requerendo para isso o treinamento específico, conforme Sale (1988). Assim, um treinamento com peso

causa primeiramente um aumento no pico de força alcançada, mas poucas modificações na velocidade máxima de contração. Por sua vez, o treinamento de força explosiva através do treinamento de saltos foi capaz de aumentar a velocidade de contração e causar pequeno ganho no pico de força mensurada. Sale (1988) relata que as diferentes mudanças nas respostas do EMG podem refletir a adaptação do componente neural para a específica velocidade empregada no treinamento.

Em um recente estudo com jogadores de voleibol, Maffiuletti et al· (2002) observaram que o treinamento pliométrico combinado com um programa de eletro-estimulação resultou em um significativo aumento da força máxima voluntária do quadríceps e do tríceps surral, que provavelmente sejam responsáveis pelo aumento de altura atingida em testes de impulsão vertical.

Este resultado pode ser atribuído ao fato de que as sessões de eletroestimulação evocaram os mesmos tipos de contração muscular.Além disso, os aumentos no teste MVC foram associados pelos autores às adaptações neurais, pois o estímulo elétrico era direto nas ramificações intramusculares dos nervos.O tempo de treinamento adotado na pesquisa também não seria suficiente para concluir que esses ganhos fossem oriundos de modificações musculares, hipertrofia.

Como a força máxima não é evocada isoladamente no voleibol, estudos voltados às necessidades de níveis de força e suas implicações nas ações atléticas vêm combinando-a com outras capacidades físicas. No voleibol destaca-se a sua combinação com o treinamento de saltos, buscando entender e verificar uma melhora no grau de impulsão. Clutch et al (1983) realizaram um estudo com dois grupos e experimentos distintos.O grupo de experimento 1 eram formado por sujeitos que estavam engajados em treinamento com peso e foi dividido em três subgrupos que iriam executar respectivamente (1) saltos verticais máximos, (2) saltos da altura de 0,30m e (3) saltos da altura de 0,75 e 1,10m, sendo o grupo (1) considerado o controle por se diferir dos outros dois no mecanismo de salto e se aproximar da rotina de saltos durante a prática do voleibol.Após completarem o programa de treino com saltos, os indivíduos executavam o treinamento com peso.A cada 4 semanas os grupos eram testados por meio do teste de agachamento em 1RM (repetição máxima), para verificação da força de extensão das pernas, e através de testes de salto vertical usando a plataforma de força, a qual mensurava o tempo entre a saída do chão e a

queda do salto. Os resultados demonstraram eficiência do treinamento, com significativos ganhos no teste de 1RM e nos saltos verticais.

O grupo de experimento 2 era formado por indivíduos que treinavam musculação e também pelos integrantes de um time de voleibol, sendo submetidos ao experimento por 16 semanas.Divididos ao acaso em dois subgrupos, o (1) realizou treinamento com peso e também um programa de saltos (depth jumping); o (2) também realizou o treinamento com peso, porém não participou de programas de saltos.O programa de saltos do subgrupo (1) foi o mesmo aplicado ao subgrupo (3) do experimento anterior.Os resultados analisados através da correlação intraclasse apresentaram significativos ganhos nos saltos verticais, para os quais os jogadores de voleibol obtiveram maiores ganhos. No entanto, os testes de depth jump não apresentaram significância. Assim, os autores concluíram que qualquer treinamento de salto combinado com um treinamento de força pode ser um efetivo meio de se aumentar a elevação do solo em saltos por meio da melhora de impulsão.

- Velocidade

A velocidade é a capacidade de se mover rapidamente, caracterizada pela relação entre espaço e tempo. Ela também pode ser classificada em geral ou específica. A geral sendo representada pela execução de qualquer tipo de movimentação em velocidade, e a específica se referindo ao desempenho de um movimento específico no esporte, por exemplo, no caso do voleibol, o braço do atacante ou a chamada de ataque (BOMPA, 2002).

A essa velocidade nos movimentos, requisitos neurais são indispensáveis. Schiffer (1993), apud Weineck (1999), diferencia as formas de velocidade "puras", das chamadas formas "complexas", nas quais ocorrem combinações com outras capacidades. O autor então, identifica como formas de velocidade *puras:*

- Velocidade de reação: capacidade de reação a um estímulo num menor espaço de tempo;

- Velocidade de ação: capacidade de realizar movimentos únicos, acíclicos, com máxima velocidade e contra pequenas resistências;
- Velocidade de freqüência: realizar repetidos movimentos, iguais, com máxima velocidade, frente a pequenas resistências.

Sendo todas dependentes do sistema nervoso central.

As formas *complexas* de velocidade se referem à:

- Velocidade de força: capacidade de resistir a uma força por um tempo definido;
- Resistência de força rápida: capacidade de manter uma velocidade sob fadiga;
- Resistência de velocidade máxima: manter a velocidade em movimentos cíclicos de máxima velocidade de contração;

De acordo com Weineck (1999) a velocidade motora resulta da combinação de capacidades psíquica, cognitiva, coordenativa e do condicionamento, as quais estão sujeitas a características genéticas, de aprendizado, de desenvolvimento sensorial e neuronal, assim como de estruturas físicas (tendões e músculos) e suprimento energético. Somente com a manifestação dessas capacidades pode-se se desenvolver a velocidade como capacidade *complexa.*

Em muitas ações motoras, a velocidade está ligada aos níveis de força, para a qual a melhoria desta implica em maiores ganhos de velocidade.Porém, isso está relativo ao contexto que ela estiver inserida, ao tipo de força e de fibras musculares em ação e relaciona a idade biológica do organismo. Filin et al (1977), apud Heimer et al (1988), examinando as relações entre características cinesiológicas e funcionais em jogadores de diferentes faixas etárias, verificou que a velocidade e a força relativa de movimento foram maiores em jogadores de alto nível, tendência esta também observada em outros quesitos como potência e resistência anaeróbia. Ressaltaram também, a possibilidade de relação entre os graus obtidos de habilidade das ações específicas do vôlei (recepção, ataque e bloqueio) com os dados de velocidade, força relativa, potência e resistência anaeróbia, nos quais os atletas mais habilidosos apresentaram também os melhores índices.

Outro ponto a ser relatado e que tem sido bastante estudado, é o papel de importância assumido à velocidade em relação à utilização da energia elástica acumulada na fase do chamado "pré-estiramento", flexão dos membros inferiores, antes da execução de um movimento. Cavagna (1968), citado por Bosco e Komi (1978) em seus estudos sobre a energia elástica do músculo nos extensores da perna, observou, em flexores do cotovelo, que a velocidade da carga estirada era o determinante do quanto de energia poderia ser "estocada" e utilizada. Sendo mais tarde reafirmada por Bosco e Komi (1978), os quais também encontraram linearidade entre as velocidades negativa (descida) e positiva (subida) do movimento com a utilização da energia elástica em seus experimentos com saltos verticais.Nesse estudo, Bosco e Komi (1978) aplicaram três tipos de saltos verticais em homens e mulheres estudantes de educação física e também em jogadores de voleibol. Cada indivíduo realizou os saltos sob a plataforma de força com as diferentes posições iniciais para cada um: (1) posição estática agachada com as pernas flexionadas em 90°; (2) saindo da posição ereta podendo executar o contra-movimento; e (3) executando o salto a partir de 20-100 cm de altura, o "drop-jump". As três condições de saltos empregaram diferentes cargas de estiramento aos extensores das pernas, para os quais os resultados concordaram que as maiores alturas dos saltos foram obtidas quando executados das mais elevadas alturas nos "drop-jumps", momento em que o grau de estiramento muscular é mais elevado.Embora, a partir de uma determinada altura todo o grupo experimental tenha apresentado queda no salto subseqüente, evidenciando a existência de uma altura ideal de queda para a execução dos "drop-jumps", a qual quando ultrapassada, não permite a potenciação do salto através da energia elástica armazenada.

Por razões ainda desconhecidas verificou-se que as mulheres são capazes de aproveitar melhor o armazenamento de energia elástica durante a fase do "pré-estiramento" do que os homens, apesar de estes sustentarem mais altas tensões de carga.A velocidade de estiramento muscular influenciou também no resultado final dos saltos, os quais conforme dito, apresentaram linearidade com a velocidade no momento de flexão da perna e na extensão, onde os saltos mais altos se caracterizaram nas mais elevadas velocidades.

No contexto aplicado ao voleibol, essa relação adquire suma importância nos treinamentos, tendo em vista que os sucessivos saltos efetuam o pré-estiramento dos quadríceps, evocando repetidamente esse armazenamento para o salto.

⇒ Velocidade de Reação

Denominada também como tempo de reação, a velocidade de reação representa o tempo entre a exposição a um estímulo e a primeira reação muscular a ele.Segundo Zatzyorski (1980) apud Bompa (2002), fisiologicamente o tempo de reação possui cinco componentes: (1) a recepção do estímulo no nível receptor; (2) propagação do estímulo ao sistema nervoso central; (3) transmissão do mesmo pela estrutura nervosa e produção do sinal efetor; (4) propagação do sinal ao músculo; (5) ação muscular.

Nas atividades esportivas, os atletas estão submetidos a uma variedade de estímulos que, por sua vez, dependem da modalidade esportiva. A visão e a audição são os principais sistemas de recepção a eles atuando diretamente no tempo de reação frente a estímulos sensoriais.

No voleibol, as ações estão ligadas a essas percepções em várias ocasiões, seja no momento do saque, no qual se ouve o apito do juiz, ao se buscar a melhor posição para colocar a bola, ou mesmo ao defender ou executar o ataque. As percepções das situações do jogo e intenções dos adversários são importantes para o sucesso de uma equipe.

Hascelik et al (1989) baseando-se em Schottellious (1978) afirma que o tempo de reação (RT) aos estímulos auditivos é de aproximadamente 170 milisegundos, diferenciando-se do da percepção visual, a qual alcança o tempo aproximado de 250 milisegundos. Em seu estudo sobre os efeitos do treinamento físico nos testes de aptidão física e nos tempos de reação auditiva e visual com jogadores de voleibol, realizou testes antropométricos, de capacidade vital respiratória bem como mensurou o nível de captação de oxigênio. Os tempos de reação auditiva e visual foram mensurados por meio do Textronics 502 A Oscilloscope e estimulador Grass 588. Então, os atletas realizaram por 8 semanas um programa de exercícios regulados para manter a freqüência cardíaca entre 150-170 batimentos por minuto.Após esse período, os atletas repetiram os testes, verificando-se que os mesmos perderam massa magra, tiveram sua capacidade vital melhorada e elevação do VO2 máx. E finalmente, os tempos de reação auditivos e visuais foram melhorados significativamente.

Ao citar Pierson (1958) e Spirduso (1975), o autor caracteriza a evolução que o tempo de reação sofre desde a infância, atingindo o ápice de menores tempos entre os 20 e 30 anos, conforme o organismo amadurece. Em seguida, recorre a Franklin (1961) para diferenciar os menores tempos de reação encontrados em jovens atletas até os mais longos tempos de idosos sedentários e da mesma forma para mostrar que os homens se sobrepõem às mulheres de mesma idade.

O autor, baseando-se em Smith (1964) e Baumeister (1965), afirma que os indivíduos preparados ao movimento reagem 7% mais rápido do que aqueles com os músculos ainda relaxados e que a intensidade de um estímulo possibilita melhoras no tempo de reação até um certo ponto, o qual quando alcançado não apresenta melhoras posteriores.

Em seu estudo, é relatado também que as opiniões, conforme Miller (1976), quanto a sugestão de que a reação à luz, som e choque simultaneamente seria mais rápida do que a um único e simples estímulo, ainda se dividem. No entanto, segundo Bhanot (1979), a maioria dos estudos concorda que os atletas possuam menores tempos de reação do que indivíduos não-atletas, principalmente nos corredores de curtas distâncias.

É apresentado ainda que um programa de exercícios de resistência isométrica foi capaz de reduzir em 7 % o tempo de reação, conforme Baer e Gersten (1955). Assim como sob fadiga fisiológica, é aceitável que os tempos de reação fiquem um tanto mais prolongados, já que se tratam de respostas neuromusculares (BENDER E McGLYNN, 1976 apud HASCELIK et al., 1989).

Para que os atletas desempenhem com rapidez e eficiência os movimentos explosivos das principais ações motoras de um jogo, a velocidade de reação se faz presente, devendo se manifestar na sua mais apurada forma.

- Resistência Aeróbia

De acordo com Bompa (2002) a resistência aeróbia é a capacidade que o organismo possui de produzir energia na presença de oxigênio conseguindo trabalhar por um longo

tempo, não se fadigando com facilidade ou mantendo o trabalho mesmo sob um estado de fadiga.

Weineck (1999) se refere ao termo resistência aeróbia para caracterizar a capacidade de resistência sob o ponto de vista da mobilização energética, na qual há aporte suficiente de oxigênio para a queima oxidativa de subtratos energéticos nas ações do organismo como um todo.

Embora estudos venham se esforçando em compreender a determinação das participações metabólicas durante uma partida de voleibol, os repetitivos saltos e deslocamentos explosivos utilizam predominantemente o sistema ATP-CP como fonte de energia. Essas ações são acíclicas e intermitentes, isto é, possuem um fim após a execução do movimento, e no voleibol se caracterizam por terem breves intervalos de repouso entre si (OLIVEIRA, 1997). MacLaren (1990), apud Galdi, (1999), ressaltou que em partidas de duração média de 84min, os esforços intensos de saltos, tanto para bloqueio quanto para o ataque, correspondiam em 23% do tempo total. Da mesma forma, elas eram executadas repetidamente por um longo período de tempo e intercalados por fases de repouso.

As reservas energéticas musculares de ATP são suficientes para contrações que durem no máximo de 5 a 20 segundos. A maioria das ações dos jogadores de voleibol dura menos do que esse tempo, e o período de pausa entre elas é o momento no qual o metabolismo aeróbico atua, tendo a função de recuperar a fonte de energia do sistema ATP-CP utilizada.

Parte dessa reserva é ressintetizada rapidamente por um composto energético presente no próprio músculo, a fosfocreatina, a qual transfere seu grupo fosfato para a formação do ADP em ATP (OLIVEIRA, 1997).No entanto, grande parte (90%) dos níveis de fosfatos recuperados do sistema ATP-CP ocorre via cadeia transportadora de elétrons do metabolismo aeróbio. Por isso, o treinamento dos jogadores de voleibol precisa considerar a importância desse metabolismo para a performance atlética. Entretanto, isso não significa que os atletas devam correr por longos períodos no treino, o que seria uma atividade sem especificidade em relação ao jogo. Os exercícios técnicos de ataque e defesa tais como a combinação de movimentações de ataque, deslocamentos rápidos de defesa, saltos consecutivos de bloqueio, entre outros, mobilizam grandes reservas anaeróbias de energia.Os intervalos entre os mesmos são capazes de produzir adaptações específicas

ideais e necessárias para a recuperação das fontes energéticas musculares (OLIVEIRA, 1997).Essas adaptações condicionam o atleta a resistir a fadiga durante jogos prolongados, recuperando-o rapidamente após os esforços devido a maior disponibilidade de oxigênio às células musculares (PINI, 1983 apud GALDI,1999).

- Flexibilidade

Bompa (2002) define o termo flexibilidade como a capacidade de executar movimentos com grande amplitude muscular, sendo um pré-requisito para o desempenho de habilidades com alta amplitude e facilitar a execução de movimentos rápidos pelo atleta. Weineck (1999), concorda com essa definição, acrescentando a possibilidade de movimento sob forças externas, ou ainda que requeiram a movimentação de muitas articulações.

Weineck (1999) apresenta também os termos mobilidade, articularidade e elasticidade utilizados como sinônimos da flexibilidade. A mobilidade e articularidade, referindo-se à flexibilidade das articulações, e a elasticidade a propriedades elásticas de músculos, fáscias e ligamentos.

Na prática do voleibol, bem como de outros esportes, os atletas necessitam realizar movimentos específicos.Os saltos, deslocamentos, rolamentos, ataques, entre outros, dependem da capacidade de alongamento muscular que os permite realiza-los sob determinadas amplitudes.Dentre os fatores que afetam a flexibilidade estão a: própria estrutura, o tipo e forma da articulação juntamente com seus ligamentos; a falta de coordenação inter-muscular entre agonista-antagonista; a idade e o sexo, a flexibilidade máxima é desenvolvida aos 15,16 anos para ambos os sexos e as mulheres são mais flexíveis que os homens; a temperatura corporal, que quando aumentada possibilita maiores amplitudes de movimentos em virtude da melhor irrigação sanguínea e da diminuição da viscosidade do sarcoplasma (BOMPA, 2002).

Da mesma forma, o tônus muscular, controlado pelo SNC através dos fusos musculares, e a capacidade de relaxamento muscular, também têm as suas contribuições.

Conforme Weineck (1999), um aumento do tônus e uma diminuição da capacidade de relaxamento muscular estabelecem resistência ao alongamento do mesmo, diminuindo sua flexibilidade.

Dantas (1998) apud Lapi (2001), subdivide o aquecimento geral em aquecimento orgânico, referente ao sistema cardio-pulmonar, e aquecimento neuromuscular, tratando-se da musculatura geral e da ativação neural. O autor interpreta a flexibilidade como componente do treinamento neuromuscular para o qual somente o aprimoramento dela possibilita a realização de gestos esportivos eficientes, que de outra forma seriam impossíveis ou prejudicados.

Weineck (1999) diferencia os tipos de flexibilidade quanto à:

⇒ dimensão corporal em geral e específica. A *geral* se refere a grande extensão das articulações do organismo tais como as dos quadris, dos ombros e da coluna vertebral.No entanto, ele alerta que essa extensão é relativa, devendo ser considerado o nível de performance do atleta (profissionais x amadores). A *específica*, como o próprio nome diz, se foca em uma determinada articulação e sua importância dentro da atividade esportiva.

⇒ ao movimento em ativa e passiva. A *ativa* é a amplitude articular obtida através do trabalho muscular dos agonistas, e relaxamento dos respectivos antagonistas. A amplitude articular é obtida através da força muscular do próprio organismo. Em contrapartida, na *passiva* obtém-se apoio de forças externas para alcançar uma grande amplitude, seja de outra pessoa ou de aparelhos.

A flexibilidade *ativa* é sempre menos expressiva do que a *passiva* e a diferença de ambas é denominada de "reserva de movimento". Tal reserva ajuda na melhoria da flexibilidade ativa direcionando o fortalecimento dos agonistas e o maior alongamento dos antagonistas.

⇒ Estática: faz referência em manter um estado de alongamento de um músculo por um tempo determinado, estando presente nos exercícios de alongamentos.

A importância da flexibilidade se revela no momento em que é considerada como um pré-requisito básico no treinamento esportivo para alcançarmos o desenvolvimento harmônico das outras capacidades físicas da performance como a força, velocidade, resistência, além da otimização das capacidades coordenativas, na expressão final dos movimentos (WEINECK, 1999).

Weineck (1999) apresenta que a falta da mesma reduz o desempenho principalmente em modalidades que exijam um alongamento muscular prévio acompanhado de grande força e velocidade de contração, a flexão das pernas no salto, por exemplo.Segundo ele, partindo de que músculos não alongados e com curta capacidade de alongamento não possuem grandes manifestações de força, a flexibilidade aprimorada permite a execução de movimentos com maior força e velocidade, tendo em vista que o percurso de aceleração muscular e o número de fibras que se alongam são maiores, os quais por sua vez, garantem um maior impulso no momento de compressão dos pés contra o solo em movimentos explosivos.

Além dos requisitos motores, a flexibilidade reflete em economia de energia através da reserva de movimento e da menor resistência dos antagonistas durante as contrações. Caso contrário, os agonistas precisam vencer enorme resistência causada pelo alongamento dos antagonistas para agirem nas performances atléticas e logicamente, para tal, é necessário maior aporte energético.O desenvolvimento em geral da mesma contribui também para o aumento de tolerância às cargas de treinamentos e da profilaxia de lesões, pela maior elasticidade e capacidade de alongamento de músculos e tendões, obtidos no seu treinamento (WEINECK, 1999).

A prevenção de desequilíbrios musculares e a otimização dos processos de recuperação após os treinamentos, também se beneficiam ao ocorrerem ganhos de flexibilidade muscular. Principalmente após treinos de sobrecarga anaeróbica, nos quais resíduos de metabolismo podem reduzir os movimentos articulares.

Porém, ressalta-se que o treinamento de flexibilidade deve ser privilegiado sob condições de descanso e relaxamento muscular, e não sob fadiga muscular. Pois nessas situações os fusos musculares, responsáveis por enviar sinais aferentes das situações do músculo ao sistema nervoso central, encontram-se mais sensíveis e pré-dispostos a responderem a qualquer sinal de alongamento muscular, inibindo-o caso seja executado (WEINECK, 1999).

1.3 A Coordenação Motora

Conhecida também pelo sinônimo "habilidade", a coordenação motora é exercida pelo sistema nervoso central por meio da inervação da musculatura somática.Sua atividade de controle da contração dos músculos esqueléticos se dá por meio de sinapses entre os neurônios que ao deixarem a medula espinhal recebem o nome de motoneurônios. Os axônios dos motoneurônios terminam em uma estrutura especializada conectadas as fibras musculares denominadas de unidades motoras. A figura 3 mostra a unidade motora formada entre um motoneurônio e todas as fibras musculares por ele inervadas. O local onde ocorre a junção do motoneurônio com cada fibra muscular é denominado de placa motora, ou junção neuromuscular, e através dela o impulso nervoso é transmitido para a fibra muscular por meio da sinapse neuromuscular, envolvendo a ação do neurotransmissor acetilcolina.Assim, no momento que um motoneurônio é ativado, todas as fibras inervadas por ele são estimuladas a se contrair (DEGROOT, 1994; POWERS; HOWLEY, 2000).

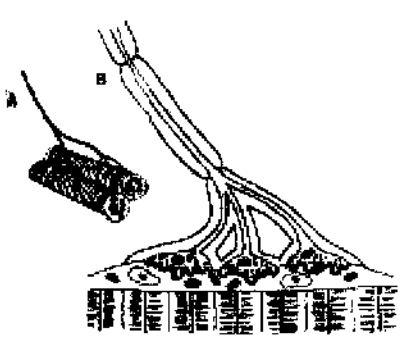

Figura 4: Unidade motora e junção neuromuscular. DEGROOT, J. Neuroanatomia. 21. ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 1994.19 p.

O número de fibras musculares por motoneurônio é denominado taxa de inervação, e em geral os pequenos músculos tais como os músculos das mãos e dos olhos possuem taxas de inervação baixas, permitindo maior precisão de movimento. Por outro lado, os grandes grupos musculares que não necessitam de grau de controle fino podem apresentar de 1000 a 2000 fibras por unidade motora, como por exemplo, os músculos da perna (GUYTON, 1984; POWERS; HOWLEY, 2000).

A maior parte das atividades do sistema nervoso se inicia resultante das informações provindas dos receptores sensoriais tais como táteis, visuais, auditivos e mecânicos. Contudo, ele não seria eficiente no controle de funções se cada informação gerasse uma resposta motora, existindo assim um processamento de informações para a emissão de uma resposta motora adequada ao estímulo. Os músculos esqueléticos podem ser controlados de várias regiões do sistema nervoso, havendo uma hierarquia e complexidade entre eles. Os reflexos são controlados em níveis espinhais e superiores, os movimentos repetitivos estereotipados são governados por medula espinhal, tronco cerebral e o cerebelo e os movimentos específicos e que estão sendo aprimorados envolvem o córtex cerebral. Como resultado desse processo, é possível controlar a manifestação das capacidades de força, velocidade, resistência e flexibilidade, sem o qual essas não se manifestariam eficientemente(GUYTON, 1984).

A coordenação bem desenvolvida possibilita maior precisão e prontidão ao movimento sendo também a base para aprendizagem sensorial e motora de movimentos difíceis que depois resultam em novas técnicas esportivas. Além disso, a execução de movimentos é mais precisa e econômica e atua na profilaxia de lesões (WEINECK, 1999).

Um estudo foi realizado com 30 indivíduos do sexo masculino, sendo 12 deles jogadores de voleibol da seleção grega e 18 estudantes de educação física, no qual as habilidades estimadas foram escolhidas por 20 técnicos da liga nacional de voleibol. Os técnicos classificaram as habilidades de acordo com o grau de importância que eles atribuíam a elas durante o jogo, organizando-as em três grupos: o das habilidades cognitivas, motoras e de percepção (KIOUMOURTZOGLOU, et al., 2000).

Entre as cognitivas, a habilidade analítica, definida por eles como a capacidade pela qual alguém se torna ciente de uma amostra visual, foi testada por meio de uma seqüência de desenhos geométricos. As habilidades de informação visual e de retenção de informação

também foram consideradas nesse grupo sendo estimadas através de testes com materiais visuais.

Entre as habilidades motoras, o ritmo foi estimado pela diferença entre a seqüência de batidas de um marca passo e àquelas realizadas pelos indivíduos. A coordenação dos membros também foi mensurada com o uso de uma maquinaria envolvendo movimentos simultâneos de braços e pernas frente a estímulos visuais. O tempo de antecipação foi avaliado por meio de um teste de habilidade do tempo de resposta frente à chegada de um estímulo. A habilidade sinestésica, definida como a habilidade de se mover sem auxílio da visão ou audição, foi estimada através de uma aparelhagem na qual um dos braços do indivíduo era delimitado a se movimentar partindo de um ângulo, para a qual o indivíduo deveria estender o braço e volta-lo a posição inicial.

No grupo das habilidades de percepção, foram consideradas: a velocidade de percepção, o foco de atenção e a habilidade de reconhecer e predizer ações. A velocidade de percepção foi estimada por meio de um software que criavam 20 questões correspondentes a 20 fotos não necessariamente ligadas ao voleibol. Os atletas deveriam apertar entre duas teclas no controle que sinalizavam a resposta SIM ou NÃO. O computador mensurou o tempo de resposta, o número das corretas e o tempo de reação. Em resumo, as análises dos dados mostraram que os atletas de voleibol não tinham superioridade nas habilidades cognitivas, sendo significantes somente quando o material de teste era derivado da área do voleibol. A análise perceptiva revelou que os grupos não diferiram quanto à velocidade e precisão nas respostas dos testes, porém o tempo de reação evidenciava a maior habilidade e velocidade dos atletas em perceber a intenção dos movimentos. Nas habilidades motoras, os atletas se desempenharam melhor nos testes rítmicos e de coordenação simultânea entre membros inferiores e superiores.

Segundo Hirtz (1977) e Stemmler (1977), apud Weineck (1999), existe uma idade ideal para o aprimoramento da coordenação motora. A literatura indica que seja entre os 6 e 7 anos, porque nessa fase ocorre um rápido e intenso amadurecimento do sistema nervoso central acompanhado das funções sensoriais visuais e auditivas, as quais refletem nos mecanismos de percepção, processamento e armazenamento de informações.

Entretanto, deve se considerar as variações de ritmos biológicos existentes entre os organismos, pois embora o desenvolvimento deste período seja decisivo para os patamares

alcançados posteriormente entre os atletas, Schmidt (1991) apud Kioumourtzoglou et al (2000), ressalta ser possível através da prática esportiva os atletas melhorarem e reunirem uma vasta experiência motora, conseguindo respostas motoras altamente efetivas mesmo com a redução das capacidades físicas e coordenativas oriundas do envelhecimento.

Na área do treinamento desportivo, a coordenação motora é referida como geral e específica. A geral engloba diversos conteúdos presentes nas atividades motoras sem as características do gesto da modalidade.A específica se caracteriza por estimular a aprendizagem motora particular de um esporte.A geral é apontada como base para a assimilação da coordenação específica e seu aprimoramento é que permite a excelência motora dos atletas de alto nível(KIOUMOURTZOGLOU, et al., 2000; WEINECK, 1999).

Levando em consideração a complexidade dos fatores que se relacionam ao processo coordenativo, alguns autores como Farfel (1979) e Blume (1978), apud Weineck (1999), preferem considera-la como um todo dividido em partes. Então, o conhecimento dessas partes permite detectar possíveis falhas e assim aplicar metodologias diferenciadas de forma a apresentar uma melhora na performance. Segundo eles, são consideradas partes das capacidades coordenativas: a capacidade de adaptação motora, capacidade de diferenciação e controle, capacidade de orientação, capacidade de ritmo, capacidade de combinação de movimentos, capacidade de reação e a capacidade de equilíbrio. Porém Weineck (1999) as apresenta mencionando que até o presente momento não existem estudos que definam categoricamente o número dessas partes e suas estruturas.

1.3.1 A capacidade de adaptação motora

A capacidade de adaptação motora se refere à adaptação a uma nova situação durante um movimento resultante de uma nova situação do meio ou das condições externas, conforme Meinel e Schmabel (1987) apud Weineck (1999). A sua manifestação é constante nos jogos coletivos aonde as mudanças de posição dos adversários, dos companheiros e da bola são freqüentes.

Essa capacidade está relacionada com as capacidades de reação, antecipação, orientação e principalmente a capacidade de aprendizagem motora. Esta última assume grande importância por estar ligada aos processos de percepção e armazenamento de informações, sem os quais qualquer adaptação de variação seria impossível. Nesse processo, o armazenamento das informações resulta na automatização de ações motoras que passam a ser a base para a comparação e adaptação à aprendizagem de novos movimentos (WEINECK, 1999).

O estudo realizado com jogadoras de voleibol por Hewett et al (1996) nos ilustra essa inter-relação entre processos de percepção e de adaptação motora tendo como base ações de salto. Em síntese, o trabalho pretendeu verificar se um programa de treinamento altera a biomecânica dos saltos e aterrissagens, sabendo também da alta freqüência de lesões no joelho em atletas do sexo feminino das modalidades que exigem saltos.

Com uma metodologia que inicialmente primou pela técnica para a construção de uma base de força, potência, e agilidade posteriormente, os testes finais após o período de treinamento apontaram significativa redução nos momentos de abdução e adução dos joelhos, da força gerada no instante da queda bem como a melhora na impulsão do salto. Segundo Hewett et al (1996), essas observações sugerem alterações no controle muscular de membros inferiores decorrentes da mudança no modelo de contração dos músculos adutores e abdutores dos joelhos.

1.3.2 A capacidade de diferenciação e a capacidade de orientação

De acordo com Meinel e Schmabel (1987) apud Weineck (1999), essas capacidades referem-se respectivamente a coordenação harmônica de todos os membros em movimento caracterizados pela economia e coordenação motora fina e a capacidade de mudança do próprio corpo no espaço em relação a um campo ou objeto de ação, por exemplo, a bola.

A capacidade de diferenciação remete a uma percepção em relação ao ambiente e primordialmente deve ser treinada entre a infância e a adolescência aproveitando-se do acelerado crescimento e amadurecimento do sistema nervoso nesse período (WEINECK,

1999). A capacidade de orientação, por sua vez, pode ser dividida em espacial e temporal, apesar de ambas ocorrerem paralelamente na maioria das vezes, sendo ainda consideradas a causa do mérito em vários esportes. Kioumourtzoglou et al (2000) apontaram, em seu artigo sobre as habilidades dos jogadores de voleibol, que a habilidade de contato com um objeto em movimento é de crucial importância nas ações deles desde que a maioria dos movimentos característicos envolve o contato com a bola.

1.3.3 A capacidade de ritmo

O ritmo, definido como sendo a habilidade de seguir e reproduzir precisamente o tempo de um som repetitivo com uma parte do corpo (KIOUMOURTZOGLOU et al, 2000), faz parte de todas as atividades esportivas que o exigem para a execução de movimentos. Inclusive, foi considerado entre as quatro mais importantes habilidades motoras essenciais ao jogador de voleibol de acordo com a classificação feita pelos 20 técnicos da liga nacional de voleibol. Em meio à diversidade rítmica, é sabido que cada modalidade a treina especificamente para o seu contexto. Kioumourtzoglou et al (2000) estimaram o ritmo entre os atletas de voleibol e estudantes de Educação Física e verificaram que os atletas têm melhor ritmo de movimentos do que os indivíduos não-atletas, apresentando maior consistência nos movimentos rítmicos.

Dunsing e kephart (1965), apud Kioumourtzoglou et al (2000), acrescentam que a habilidade de ritmos se desenvolve durante a aprendizagem de atividades motoras e o seu desenvolvimento é fundamental para a aprendizagem do tempo de percepção, o qual se mostra importante também para o desenvolvimento da capacidade de orientação temporal.

1.3.4 A capacidade de combinação de movimentos.

É relativamente fácil perceber a sincronização existente entre as diferentes partes do corpo durante os gestos esportivos. Essa capacidade é denominada de concatenação ou combinação de movimentos e envolve a coordenação de membros, tronco e cabeça para a composição de uma ação (MEINEL E SCHMABEL, 1987 apud WEINECK, 1999). Por isso, quando manifestada de forma assincrônica e deficiente, o desempenho esportivo é negativamente influenciado por ela (WEINECK, 1999).

Devido a essa importância no desempenho das ações esportivas, tal capacidade vêm recebendo atenção considerável em diversos estudos. Como o ritmo, a capacidade de combinação de movimentos também estava relacionada entre as habilidades motoras mais importantes aos atletas no artigo de Kioumourtzoglou et al (2000) e a mesma tendência observada nos testes rítmicos foi observada nos seus resultados, nos quais os jogadores foram significativamente mais precisos do que os estudantes, apesar de ambos os grupos nunca terem sido submetidos à experiência prévia da tarefa teste. Para os autores, isso demonstra que a necessidade motora específica do esporte para precisão na manipulação da bola acaba auxiliando em outras atividades.

No entanto, grande parte dos ganhos obtidos na combinação de movimentos, e sem dúvida em outras capacidades como ritmo e adaptação motora, são decorrentes dos mecanismos de adaptação observados no início de qualquer programa de treinamento com peso, conforme citado por Sale (1988). Além da melhora na ativação dos músculos agonistas, as mudanças nos padrões de ativação de sinergistas e antagonistas proporcionam melhoras nas capacidades coordenativas, o que justifica a presença de exercícios coordenativos desde o início de um programa de treinamento físico.

1.3.5 A capacidade de reação

Definida como o tempo de resposta a desencadear uma ação rápida e objetiva frente a um sinal ou estímulo (sonoro, visual ou tátil), ela é caracterizada pela velocidade de recepção e condução dos estímulos ao sistema nervoso central, do processamento dos

mesmos e da conseqüente mobilização muscular para a ação, conforme apresentado na capacidade física "Velocidade de Reação".

E justamente pelo fato de depender da velocidade de recepção dos estímulos, forma-se uma relação importante entre ela e outro grupo de capacidades, as habilidades de percepção referida no estudo de Kioumourtzoglou et al (2000). Após testar a capacidade de reação do grupo de habilidades motoras e as do grupo de percepção, concluíram que em ambas os jogadores de voleibol se desempenharam melhor nos testes. Em relação ao foco de atenção, foi notada significativa diferença no número de resposta entre atletas e estudantes no teste. Como a tarefa escolhida não era ligada à atividade do vôlei, concluiu-se que os jogadores aumentaram a habilidade de focar atenção de maneira mais eficiente que os estudantes. Junto à concentração, ele se revela ainda de extrema importância à capacidade de reação, pois os ambientes esportivos oferecem uma variedade de estímulos, para os quais os atletas precisam de bons níveis de concentração para se ater àqueles que realmente são válidos.

Da mesma forma, autores como Muller e Hoffmann (1987) e Pöppel e Pöppel (1985) apud Weineck (1999), demonstraram os efeitos da concentração sobre a capacidade de reação, nos quais a diminuição da primeira provocou efeito inverso na segunda, ou seja, os tempos de reação aumentaram quando os níveis de concentração diminuíram.

1.3.6 A capacidade de equilíbrio

A capacidade de equilíbrio se refere à capacidade de manter o equilíbrio durante uma ação, ou mesmo, recupera-la após atividade que o ameace, conforme Meinel e Schnabel (1987) apud Weineck (1999).O equilíbrio deve ser trabalhado especificamente no treinamento e dentre os tipos apresentados por Weineck (1999), o voleibol exige tanto do equilíbrio do próprio corpo como de objetos, afinal, a ação perante o objeto depende do equilíbrio ao qual o atleta se projeta para desempenha-la. Os atletas precisam de equilíbrio em ações estáticas e dinâmicas, durante um saque efetuado do chão ou saltos de bloqueio,

por exemplo, e é importante para garantir a suas próprias seguranças durante as quedas dos mesmos.

Para Weineck (1999), o trabalho de aprimoramento do equilíbrio deve fazer parte das rotinas de treinos desde o início da iniciação esportiva, tendo em vista que sua manifestação já é perceptível nos primeiros anos de vida. Quanto mais estímulos e trabalhos realizados na fase de iniciação, maior o nível de equilíbrio alcançado posteriormente, contribuindo co melhores desempenhos atléticos.

CAPÍTULO 2

Treinamento Pliométrico

2.1- O que caracteriza o treinamento pliométrico.

O treinamento pliométrico, apesar do sensível aumento nos estudos científicos a respeito, continua sendo um assunto polêmico de investigação. A literatura nos mostra a divergência na própria definição do que vem a ser o termo *pliometria.*

Lees e Graham-Smith (1996) se referem a ele originado de "plio ou plyo" significando maior, mais largo e "metric" com sentido de medida, avaliar ou comparar. Holmyard e Hazeldine (1991), baseando-se em diversos autores, o colocam como derivado do grego "pleythyein", o qual significa aumentar, sugerindo como explicação alternativa a derivação vinda das palavras "plio" e "metric".

Referindo-se à origem do treinamento pliométrico em si, sabe-se que teve inicio entre os países do ex-bloco socialista que formavam a ex-URSS. Os primeiros registros de seu uso foram nos anos 50 entre os corredores e saltadores russos, porém se tratavam de trabalhos calistênicos com aproveitamento da energia elástica muscular, configurando-se bastante primitivos em comparação aos trabalhos posteriores (GAMBETTA, 1987; HOLMYARD; HAZELDINE, 1991).

Contudo, este método de treinamento não despertou o interesse do ocidente até a década de 70. Nesse período, Japão e EUA, até então potências em olimpíadas e campeonatos mundiais, viram suas hegemonias ruírem frente ao desempenho dos atletas soviéticos e da Alemanha Oriental nas modalidades atléticas de saltos, corridas, ginástica e eventos com peso. Valery Borzov, que em 1970 consagrou-se campeão olímpico nos 100m e 200m é um exemplo do nível dos atletas dessa região que vinham seguindo programas de treinamento pliométrico, apontado como o responsável pela alta competitividade dos mesmos. Houve um crescente interesse do resto do mundo, EUA e Japão particularmente, em averiguar qual tipo de metodologia vinha sendo utilizada nos países do bloco soviético. Somente em 1975 o termo pliometria foi introduzido no idioma inglês (BRITTENHAM, 1992; DUKE, 1990; LEES; GRAHAM-SMITH, 1996).

A principal característica da pliometria, e hoje mundialmente aceita, é se pautar em exercícios nos quais os músculos sofrem um prévio estiramento, ou seja, ocorre uma contração excêntrica antes da contração concêntrica subseqüente dos músculos (LEES; GRAHAM-SMITH, 1996). Essa seqüência de ações é conhecida como ciclo de estiramento-encurtamento e é o responsável pelos mecanismos característicos do trabalho pliométrico através dos quais consegue-se obter maior força muscular e elevada velocidade de desenvolvimento da mesma, em comparação àquelas alcançadas por uma contração concêntrica sozinha.

Conforme se estendeu o contato com o treinamento pliométrico, aumentou-se proporcionalmente o interesse pela relação observada entre velocidade e força nos treinos, resultando em movimentos explosivos e permitindo ao atleta melhoria de seu potencial até então (DUKE, 1990; GAMBETTA, 1987).

Embora existam várias classificações quanto aos tipos de exercícios pliométricos e suas intensidades (MOYNIHAN, 1983; SARDINHA; MIL-HOMENS, 1989b) e da mesma forma, que o ciclo de encurtamento-estiramento esteja envolvido na performance de vários esportes, Lees e Graham-Smith (1996) relatam que o conceito de treinamento pliométrico usualmente vem sendo referido apenas àqueles que desenvolvem a tensão muscular acima do normal. A "verdadeira" pliometria consiste de vigorosos movimentos potentes que realçam os processos neuromusculares e envolvem forte contração muscular (BRITTENHAM, 1992).

Vários grupos musculares podem ser trabalhados dentro dos princípios do ciclo de estiramento-encurtamento. De acordo com Lees e Graham-Smith (1996) os saltos geralmente são as bases de atividades para os membros inferiores, e os exercícios de levantamento e arremesso de pesos usados para membros superiores e tronco.

Atualmente a literatura tem apontado para a execução de programas de treinamento pliométrico envolvendo principalmente os membros inferiores, tendo em vista que a potência, em quase todos os movimentos atléticos, se origina destes (HOLMYARD; HAZELDINE, 1991).

2.2- O movimento do pré-estiramento no voleibol.

Todo pré-estiramento muscular iniciado para o salto no voleibol se coloca de tal forma a frear o movimento do corpo contra a ação da gravidade objetivando um impulso vertical em seguida. Tais movimentos já comprovaram desenvolver maior desempenho de força e potência muscular as quais refletem especificamente nas impulsões dos saltos, conforme apontam trabalhos consagrados de Komi e Bosco (1982), Komi (1986) e Margaria (1968).

Para Duke (1990), em seu artigo sobre as fundamentações teóricas e fisiológicas da pliometria, o reflexo miotático ou de estiramento, a estocagem de energia elástica e o recrutamento de unidades motoras são os constituintes fisiológicos principais da pliometria responsáveis pelas melhoras de performance.

Apontando para o mesmo caminho, Lees e Graham-Smith (1996), no artigo de revisão dos princípios e práticas pliométricas, atribuíram a maior força muscular e a velocidade de força desenvolvida na fase concêntrica do ciclo estiramento-encuramento a dois mecanismos: o retorno da energia elástica do tecido muscular estirado durante a fase excêntrica; e a potenciação da força de contração muscular proporcionada pelo reflexo de estiramento estimulado imediatamente após o mesmo.

De acordo com a literatura, quando executamos o movimento de estiramento ativo dos quadríceps através do trabalho negativo, também conhecido como a fase negativa do movimento, nossos músculos têm a capacidade de se comportarem como elásticos de

borracha (BRITTENHAM, 1992). Tal comportamento se deve graças a duas estruturas elásticas presentes na musculatura: os chamados elementos elásticos em paralelo (ELP) e os elementos elásticos em série (ELS).Estes elementos se localizam e atuam de formas distintas para o armazenamento da energia elástica no músculo.

Dessa forma, os elementos elásticos em paralelo estão posicionados paralelamente aos elementos contráteis propriamente ditos, em meio aos tecidos conjuntivos do endomísio, perimísio e epimísio São esses elementos que garantem o retorno do músculo ao seu comprimento original quando ele é estirado (SARDINHA; MIL-HOMENS, 1989b).e são responsáveis pela força exercida quando o músculo se encontra relaxado (DUKE, 1990).

Tratando-se agora dos elementos elásticos em série, a literatura os aponta como os elementos responsáveis pela absorção da energia elástica durante a contração excêntrica do músculo e que posteriormente transformam essa energia em força "extra" na subseqüente contração concêntrica (DUKE, 1990). Conforme Sardinha e Mil-Homens (1989), citando Hill (1938), não se sabiam ao certo onde tais elementos se colocavam na estrutura muscular. Mesmo com a primeira sugestão feita por Hill (1938), somente após Huxley e Simons (1971), também citados por Sardinha e Mil-Homens (1989), se confirmou e aceitou-se que os elementos elásticos em série se localizam no interior das pontes cruzadas do músculo.

Estudos apontam que o alongamento prévio do músculo condicionaria uma modificação mecânica das pontes-cruzadas havendo alguma forma de facilitação na maquinaria contrátil ainda desconhecida. Outras colocações são de que o pré-estiramento causaria uma mobilização de energia química mais eficiente e também provocaria uma rotação da cabeça de miosina para trás, fora de sua posição habitual colocando-a em um maior nível de energia potencial (BOSCO, et al., 1982; SARDINHA; MIL-HOMENS, 1989b).

Conforme dito anteriormente, os elementos elásticos em série se responsabilizam pela potenciação muscular concêntrica. No entanto, eles somente o fazem sob determinadas condições que estão ligadas a relação velocidade e tempo do movimento, além do grau de extensão imposto ao músculo.

Diversos estudos apontam que para haver um bom aproveitamento da energia elástica armazenada assim como para que a própria seja estocada nas estruturas em série, é necessário que a fase de transição entre as contrações excêntricas e concêntricas, nomeadas por alguns autores como "coupling time", seja executada em alta velocidade, ou seja, em um curto período de tempo (CAVAGNA; DUSMAN; MARGARIA, 1968; DUKE, 1990; GAMBETTA, 1987; LEES; GRAHAM-SMITH, 1996). Para Chu (1983), apud Lees e Graham Smith (1996), essa é a chave para o desenvolvimento da potência muscular.

Estas condições para o uso do potencial elástico são colocadas baseadas em fatores mecânicos e físicos. As cabeças de miosina, nas quais estão inseridos os elementos elásticos em série, possuem um "tempo de vida", ou seja, o tempo de permanecerem ligadas a actina, muito curto. Se o tempo de transição entre as fases for prolongado, as pontes cruzadas formadas se desprendem e a energia acumulada se dissipa na forma de calor, impossibilitando assim a potenciação da contração concêntrica subseqüente.

Embora se reconheça que o maior estiramento permite o melhor aproveitamento elástico do músculo, a literatura se depara atualmente com outra problemática. Qual seria o limite máximo e ideal de tal estiramento resultando na melhor eficiência?

Conforme em seu artigo de revisão, Moura (1988) relata a variação de 0,40 à 1,10m na altura da plataforma para a obtenção da performance ideal no salto subseqüente ("drop-jump") existindo, no entanto, controvérsia entre diversos autores (KOMI; BOSCO, 1978; SARDINHA; MIL-HOMENS, 1989A). Outro ponto a ser considerado é o fato do alongamento muscular não dever ser crítico a ponto de desencadear o reflexo de inibição dos órgãos tendinosos de Golgi, os quais protegem os músculos de riscos crônicos de lesão (SARDINHA; MIL-HOMENS, 1989b)

Ambas as questões são muito debatidas, permanecendo a literatura sem um referencial definitivo. Margaria et al (1968) também estudaram o efeito de diferentes velocidades de pré-estiramento muscular sobre o trabalho positivo realizado logo em seguida do mesmo.Seis homens entre 21 e 34 anos foram submetidos a testes de flexores do braço. O trabalho muscular foi mensurado por meio de uma maquinaria específica na qual o braço era apoiado e atado a um tipo de pulseira que estava ligada a alavanca que seria deslocada na flexão do mesmo. Segundo seus resultados e discussões, o maior trabalho positivo do músculo foi obtido quando ele contraiu imediatamente após o prévio

estiramento, sendo tal feito interpretado simplesmente pelo lançamento da energia elástica armazenada anteriormente.

Em comparação a fase positiva do movimento, executado partindo de um estado de contração isométrica, as observações sustentam que existe diferença deste com relação aos trabalhos realizados após os estiramentos em condições de tempos curtos e em velocidade.

O estudo de Margaria et al (1968) trouxe ainda outra importante observação. Ao mesmo momento que a energia elástica é utilizada nas mais altas velocidades, o trabalho atribuído aos componentes contráteis diminui proporcionalmente à velocidade de encurtamento dos mesmos.

Bosco e Komi (1978), embora não tenham identificado a razão, concluíram que homens e mulheres usam a energia elástica de formas diferentes. Segundo seus estudos, as mulheres são capazes de utilizar maior porcentagem de energia elástica do que os homens, em uma proporção de 90% e 50% respectivamente, embora suportem cargas de alongamentos menores.

Entretanto, o incremento da eficácia mecânica nos saltos do vôlei provindo da fase concêntrica do ciclo estiramento-encurtamento não se deve apenas ao armazenamento de energia elástica pelo tecido muscular. O reflexo miotático ou de estiramento, ilustrado na figura 4, também é de suma importância ao movimento concêntrico sendo desencadeado pela ação de proprioceptores localizados dentro dos músculos (SARDINHA; MIL-HOMENS, 1989b).

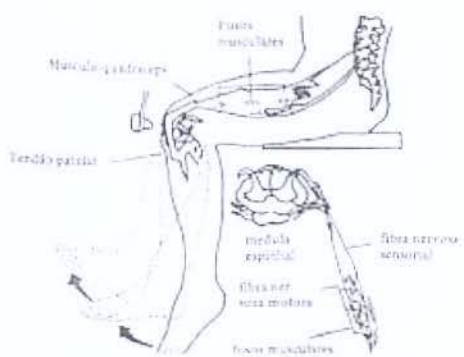

Figura 5: Reflexo miotático no músculo quadríceps, sinal monosináptico. Chu, Donal A. A Linguagem dos Pliométricos Sprint, anoVIII n.45, 49 p.1989

Os dois principais proprioceptores relevantes a pliometria são os fusos musculares e os órgãos tendinosos de Golgi. Os primeiros são sensíveis à mudança de comprimento muscular e a pressão, localizando-se paralelamente as fibras musculares. Cada fuso contém de 5 à 9 fibras intra-fusais não contribuintes ao processo de contração do músculo, executado pelas fibras extra-fusais, as fibras musculares propriamente ditas. As terminações nervosas dos fusos estão enroladas e adaptadas às fibras extra-fusais originando-se daí a sua alta precisão em detectar variações do comprimento muscular, já que quando o músculo é alongado, os fusos também sofrem estiramentos (figura 5) (DUKE, 1990; HOLMYARD; HAZELDINE, 1991).

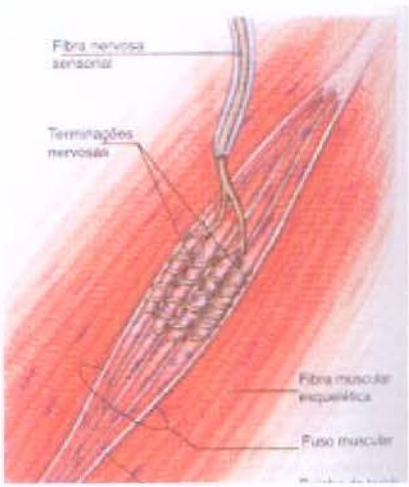

Figura 6: Localização e estrutura do fuso neuromuscular. POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. Fisiologia do Exercício. 3. ed. São Paulo: Manole, 2000. 146p.

Os órgãos tendinosos de Golgi posicionam-se em série com os elementos contráteis, encontrando-se nas junções do músculo e tendões. Esses receptores detectam a força de contração e de tensão muscular e atuam principalmente como um mecanismo de proteção do organismo contra níveis de força e tensões demasiadamente elevadas (figura 6). Assim, quando o músculo é submetido a graus perigosos de tensões, eles enviam sinais á medula desencadeando o reflexo de inibição muscular (DUKE, 1990; LEES; GRAHAM-SMITH, 1996)

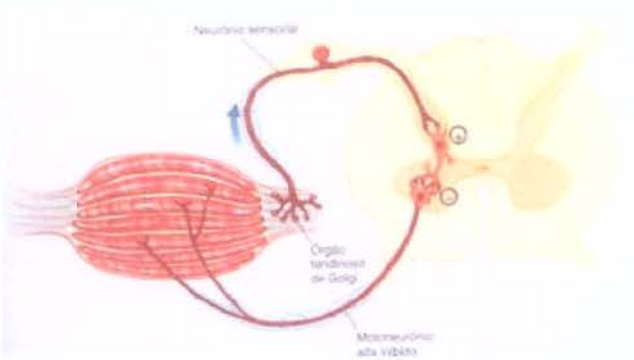

Figura 7: Localização e mecanismo de ação do órgão tendinosos de Golgi. POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. Fisiologia do Exercício. 3. ed. São Paulo: Manole, 2000. 147p.

No momento em que o jogador de voleibol prepara-se para saltar no bloqueio ou para atacar, o reflexo de estiramento dos quadríceps se inicia pelo seu repentino estiramento na fase do trabalho negativo. Esse movimento torna os fusos distorcidos e estendidos, e como resultado, eles enviam sinais monosinápticos á medula que imediatamente responde com um reflexo de contração dos quadríceps, provocando a contração concêntrica imediata destes (HOLMYARD; HAZELDINE, 1991)

Lees e Graham Smith (1996) acrescentaram que as respostas reflexas também dependem do nível de estiramento muscular como a energia elástica. Os autores afirmam que os reflexos de estiramento causados pelos fusos são proporcionais ao nível do estiramento.muscular.

Porém, engana-se quem pensa que o resultado do treinamento pliométrico se encontra na velocidade da resposta nervosa. Conforme Greg Brittenham (1992), o reflexo de estiramento leva menos de 100 milisegundos para se processar e por isso a atenção se foca ao número de unidades motoras recrutadas para o movimento explosivo, sendo este o objetivo principal deste treinamento, o recrutamento do maior número possível de fibras na execução da mesma tarefa.

Observa-se atualmente que a maioria dos autores concorda que ambos os processos sejam importantes no treinamento pliométrico, conforme relatado no trabalho de revisão de Lees e Graham Smith (1996).No entanto, tem sido bastante difícil e controverso identificar a contribuição de cada um deles ao resultado final do salto.

Como os estudos para tal esforço têm usado diferentes estimativas, Lees e Graham-Smith referem-se às idéias de Komi (1986) como solução. Assim, separar o mecanismo da energia elástica do reflexo miotático pode não ser útil, tendo em vista que qualquer aumento no reflexo de estiramento destacará o mecanismo elástico que está em série com os componentes contráteis. E da mesma forma, a magnitude da carga de estiramento determinará quais dos reflexos dominarão, o de inibição ou o de facilitação ao movimento.

2.3-Processos Adaptativos à Pliometria

Em termos adaptativos, a literatura reconhece que a reatividade dos fusos musculares pode ser aumentada através do treinamento pliométrico. Em virtude disso, os reflexos são desencadeados mais rapidamente pela diminuição do limiar de excitabilidade dos fusos no músculo, ou seja, o reflexo responde a menores magnitudes de pré-estiramento (HOLMYARD; HAZELDINE, 1991).

Em decorrência desse decrescente limiar de excitabilidade, Sardinha e Mil-Homens (1989) relatam que mais unidades motoras são ativadas e conseqüentemente isso possibilitaria ao atleta o desenvolvimento de maior tensão muscular e ainda armazenamento de energia elástica.

Nos órgãos tendinosos de Golgi, a principal adaptação vigente se refere ao limiar de ativação do reflexo de inibição para proteção dos músculos. Duke (1990), relata em seu artigo que o treinamento de força com pesos aumenta os limiares de disparos dos órgãos tendisonos de Golgi, capacitando o músculo a se submeter a maiores níveis de força e estiramento. Em um trabalho conjunto de treinamento pliométrico, essa adaptação nos limiares resultaria ganhos de potência.

Sale (1988) ao abordar as adaptações neurais ao treinamento de força, relatou que estudos usando o método de eletromiografia (EMG) revelaram possíveis adaptações neurais em atividades pliométricas. Indivíduos treinados e não-treinados foram comparados saltando de uma altura de 110 cm e observou-se que os não-treinados respondiam com um período de inibição na eletromiografia durante a fase excêntrica da aterrissagem, enquanto os treinados apresentaram um período de facilitação na mesma, conforme ilustra a figura 7.

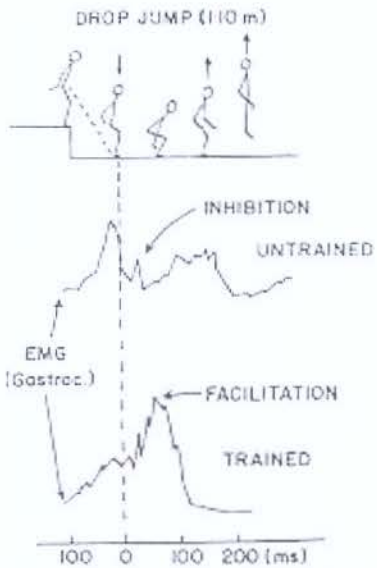

Figura 8: Registros eletromiográficos do músculo gastrocnêmioentre de indivíduos treinados e não-treinados na execução de "drop-jump".Período de facilitação aos treinados e inibição nos não-treinados durante a fase excêntrica. SALE, D. G. Neural adaptation to resistance training. Med Sci Sports Exerc, v. 20, n. 5 Suppl, S137 p, 1988.

Conforme segue em um trecho de seu artigo, Sale (1988) menciona sobre a especificidade dentro do processo de treinamento para o qual os aumentos na força voluntária estão em concordância com o padrão do movimento, da posição das articulações, do tipo de contração bem como da velocidade de execução das mesmas.Exemplo de tais ocorrências é referido no próprio estudo ao abordar a facilitação encontrada nos registros EMG de pessoas treinadas, em particular de jogadores de voleibol, e estes são superiormente capazes de desempenhar "drop-jumps" de uma altura específica possivelmente pela carga de estiramento ser muito similar à praticada durante os jogos.

Bosco e Komi (1979) em seu clássico estudo do comportamento muscular perante diferentes pré-estiramentos, destacaram que em movimentos balísticos rápidos as unidades motoras dos músculos quadríceps são ativadas antes mesmo de entrarem em contato com o solo, preparando-os previamente para resistir à força da gravidade e ao impacto.

Em relação às unidades motoras, Sardinha e Mil-Homens (1989) apresentam que, para além do fator de sincronização da contração das fibras, o sistema nervoso dispõe de mais dois mecanismos para o aumento de força muscular: ativação das unidades motoras não ativas, referida como modulação de recrutamento e o incremento da freqüência de disparos nas unidades motoras já ativadas, a modulação de freqüência.

Quanto à velocidade de execução dos movimentos, Sardinha e Mil-Homens (1989) salientaram a diferença de padronização nervosa existente entre movimentos lentos e rápidos. Ao contrário dos movimentos lentos, onde são registrados baixas freqüências e aumentos progressivos das mesmas com as melhoras das forças, nos movimentos de características balísticas o início é marcado pelas mais altas freqüências com respectiva diminuição à medida que a força progride. Em contrações rápidas e fortes como as executadas nas movimentações de pré-estiramento para o salto no voleibol, as contrações dos quadríceps podem estar associadas com contrações simultâneas de seus antagonistas, os ísquios-tibiais, principalmente se o indivíduo se depara com um movimento novo ou mesmo quando se encontra destreinado (SALE, 1988). Embora atuem como um mecanismo de defesa do organismo (reflexo de inibição), as contrações dos antagonistas prejudicam a completa ativação dos músculos agonistas para o salto, os quadríceps. A prática e o treinamento podem reduzir essas co-contrações, capacitando maior ativação no número de unidades motoras e direcionando maior força ao movimento (SALE, 1988).

> Deste modo, as características temporais e espaciais, a intensidade e duração dos movimentos realizados em treinos, para além de modificações estruturais no sistema muscular relacionadas com o movimento em causa, edificam padrões neuromusculares e causam modificações metabólicas específicas.(Sardinha e Mil-homens. Treinamento Pliométrico. Treino Desportivo, v. II, n. 12, p.54, 1989).

CAPÍTULO 3

A Base de força e o Treinamento Pliométrico.

Conforme relatado anteriormente, o treinamento pliométrico caracteriza-se pela aplicação do ciclo de estiramento-encurtamento muscular em seus exercícios.Da mesma forma, evidenciou-se o resultante proveito da energia elástica e do reflexo de estiramento muscular desencadeado pelo ciclo na performance das ações subseqüentes como os saltos.

Foi abordado também que a intensidade de ambas as respostas dos processos acima estão relacionadas ao nível de estiramento vivenciado pelos quadríceps durante a fase excêntrica do movimento do salto. Atualmente tem aumentado o número de referências conscientizando-se da importância que a ação muscular excêntrica desempenha no treinamento pliométrico (GAMBETTA, 1994).

Embora ainda existam dúvidas com respeito à real eficiência do treinamento pliométrico na melhora de desempenhos de saltos verticais em relação a métodos de treinos tradicionais como o treinamento com peso, o treinamento pliométrico faz-se presente em muitos planejamentos do treinamento desportivo (MAFFIULETTI, et al., 2002; MOURA, 1988).

Contudo, é de concordância entre os autores que a pliometria é um treinamento desgastante e de alta intensidade pelos grandes impactos nas articulações e pelo uso constante de ações excêntricas, em especial na execução dos "drop jumps". Lees e Graham Smith (1996) colocaram que enquanto o contato dos pés em uma caminhada fica em torno de 3 "g", o salto de uma altura de 0,40m de altura produz uma força de queda na ordem de 23 "g". Razões de suficiente importância para a necessidade e adoção de certos cuidados no treinamento com finalidades preventivas.

3.1- Riscos e cuidados no treinamento pliométrico

Sabe-se que a ação excêntrica é capaz de produzir os maiores graus de tensões musculares. Newham et al (1983) em seu estudo sobre as modificações estruturais nos músculos de pessoas após contrações concêntricas e excêntricas, inferiu às ações excêntricas a causa das micro-lesões observadas.

Apesar de tal comportamento muscular permanecer incerto, entre as hipóteses, supõe-se que nestes tipos de contrações e movimentos os miofilamentos sejam separados

com muita violência. Coloca-se também que as lesões nas superfícies das membranas das células musculares acarretem a entrada de cálcio extracelular ativando em seguida a ação de proteases e lípases. Outra ressalva interessante que fazem é que as micro-lesões verificadas após o exercício não vêm acompanhadas de dores musculares, porém, a redução na força é percebida.Além disso, os picos dos distúrbios morfológicos nos músculos verificam-se entre 24-48h depois dos mesmos (NEWHAM, et al., 1983)

As rotinas do treinamento pliométrico trazem ainda outro problema associado, o da degeneração das superfícies articulares, conforme colocaram Lees e Graham-Smith (1996). As estruturas naturais dos músculos responsáveis pela absorção dos choques mecânicos, durante os saltos e ações excêntricas, com o passar do tempo tornam-se inefetivas em suportar os repentinos impulsos de carga, expondo os atletas a sérios riscos de fraturas e lesões musculares.

Hewett et al (1995) em seu premiado estudo sobre a diminuição das forças de impacto em atletas do sexo feminino, estabeleceram relações entre essas forças e as lesões musculares e articulares nos membros inferiores. Para estes, a elevada incidência de lesões nos esportes que interagem com os saltos sugerem tais relações, sendo que grande parte do 60% do total observado se concentrou nos membros inferiores.

Perante essas circunstâncias, a literatura atualmente se convence cada vez mais da preconização feita por Verkhoshansky em 1969, a da necessidade do treinamento de força como um pré-requisito ao pliométrico. Embora existam controvérsias de opiniões sobre os requisitos maturacionais e de força.Em meio a essa polêmica, alguns artigos disponíveis convergem para a recomendação do início do treinamento apenas a partir do momento em que o atleta se capacita a realizar o meio agachamento com carga de 1,5 a 2 vezes o seu próprio peso.Por esse argumento, a pliometria só entraria no ciclo de preparação após níveis aceitáveis de força alcançados através do treinamento com pesos (SARDINHA; MIL-HOMENS, 1989a).

3.2-Treinamento Peso x Treinamento Pliométrico

Estudos recentes apontam para a tendência da combinação de métodos. Sardinha e Mil-Homens (1989), apresentando que a adoção da pliometria após o treinamento com peso verificou ser menos eficaz do que o uso paralelo de cargas adicionais ao trabalho pliométrico, sugerindo que há certas vantagens em incluí-lo desde o início como parte do treino de musculação.A principal delas se pauta em aproveitar das adaptações nervosas iniciais ocorrentes em qualquer treinamento de força adicionando a pliometria, visando assim melhoras da coordenação e do sistema nervoso.Porém é necessário que o treinamento pliométrico inicie de maneira gradual (SARDINHA; MIL-HOMENS, 1989a).

Observou-se também que programas de saltos que incorporaram alongamentos, exercícios pliométricos e treinamento com pesos, melhoraram a performance e diminuíram o risco de lesões em atletas, conforme Dunnam LO, Hunter GR, Williamns BP, (1988) e Marsit JL, Kraemer WJ, 1992 apud Hewett et al (1995).

Para Lees e Graham-Smith (1996), a combinação dos métodos também se verifica pelo próprio fato do treinamento pliométrico não ter conseguido benefícios muito superiores às outras metodologias de treinos tradicionais.

Cluth et al (1983), investigaram a eficácia do treinamento pliométrico sobre o desenvolvimento de força nos membros inferiores e desempenho em salto vertical em dois experimentos distintos. No primeiro, eles dividiram seu grupo de 12 homens adultos, os quais estavam executando treinamento com pesos, em três grupos de atividades diferentes. O *A* executava saltos verticais máximos, aqui interpretado como o mais próximo de atividades de saltos rotineiros, o *B* salto em profundidade (0,30m) e o grupo *C* saltos em profundidades de 0,75m e 1,10m. Como resultado, concluíram que o treinamento com peso combinado com saltos não foram mais eficazes que um programa regular de saltos, embora admitam que qualquer treinamento com peso combinado com salto possam ser um meio efetivo de melhorar o salto vertical.

Já o segundo experimento foi mais específico quanto a real eficiência do treino pliométrico sobre a performance de saltos. Um grupo de 16 jogadores de voleibol foi dividido em dois grupos. O grupo *1* executou treinamento com peso e salto em profundidade na altura de 0,75m e 1,10m e o *2* se limitou apenas a treinamento com peso, ambos durante 16 semanas com duas sessões semanais.Como conclusão, Cluth et al (1983) relataram que a adição de saltos à partir das alturas determinadas não acrescentaram

benefícios extras em relação a um programa de treinamento com pesos e variedades de exercícios com saltos praticados durante as sessões de treinos do voleibol.Além disso, as diferentes alturas de queda para "drop-jumps" resultaram em ganhos comparáveis.

Maffiulleti et al (2002) concorda que, embora o tradicional treinamento com peso e o pliométrico consigam resultados significantes na impulsão vertical, somente quando se unem, ambos formam um potente estímulo para a performance, maior do que o efeito de qualquer um dos dois aplicados isoladamente.

Com relação a base de força, Gambeta (1994) complementa que, além do risco de lesões, a falta de força impede a própria maximização do efeito do treinamento pliométrico, tendo em vista que a força excêntrica é indispensável para resistir a fase excêntrica do movimento a qual desencadeia os mecanismos do reflexo do estiramento e o armazenamento de energia elástica como abordado.Ele também aponta que a fase de redução ou absorção de força (excêntrica) protegerá tanto os músculos como os ossos dos impactos através das propriedades elásticas musculares. Por isso, fraqueza muscular e a falta de força para absorção de impactos, juntamente com movimentos inapropriados de corridas ou saltos podem desviar a transmissão da força de impacto dos músculos para os ossos, tornado-os mais suscetíveis a fraturas.

Aliás, não é raro à lesão no treinamento pliométrico estar associada a padrões e técnicas de movimentos erradas (DUKE, 1990; LEES; GRAHAM-SMITH, 1996). Duke (1990) chama a atenção de que tal aspecto deve ser observado durante todo o tempo, principalmente na fase de contato com o chão, pois se o contato com o solo apresenta problemas, a força não será adequadamente aplicada, predispondo o atleta a lesões e limitando a eficiência do treinamento.

Por isso, conforme Sardinha e Mil-Homens (1989), muitas vezes e mais importante que a força produzida nos exercícios pliométricos, importa propiciar no treinamento um bom desenvolvimento da coordenação, estimulando a sincronização das unidades motoras envolvidas no movimento, antes de qualquer sobrecarga extra.

No estudo de Hewett al (1995) tem-se um exemplo claro da importância acima mencionada e da base de força formada para o treinamento pliométrico. Com o intuito de diminuir o impacto das forças de queda em atletas mulheres, o autor empregou uma metodologia da qual fizeram parte alguns testes de força e de salto, além de um programa

de treinamento de salto por 6 semanas. Esse treinamento foi subdivido em três fases com objetivos específicos. Na I fase (2 semanas), focou-se o treino da técnica e habilidades para o salto vertical, corrigindo-se postura do tronco e alinhamentos corporais das jogadoras. Na II fase usou-se a técnica para construir a base de força, potência e habilidade.E por fim, na III e última fase, objetivou-se o alcance máximo na altura do salto. Percebeu-se a colocação de um trabalho gradativo para a obtenção de resultados positivos posteriormente, as quais resultaram em significativa redução das forças de impacto nos joelhos.

As opiniões de Cavagna (1977) apud Moura (1988) servem como um bom exemplo do que foi abordado no capítulo das capacidades físicas sobre a relação da coordenação com outras capacidades como a força e a flexibilidade na eficiência de um movimento.Assim, Moura (1988) concorda com a aparente necessidade do domínio do movimento, em especial no salto em profundidade, antes mesmo de treinar esse mecanismo, para que se beneficie do trabalho potencial produzido pela utilização da energia elástica.

De maneira geral, alguns padrões de movimentos servem como medidas preventivas a ocorrência de lesões. Primeiramente, o atleta, ao realizar o "drop-jump" deve ter as pernas em semiflexão no contato com o solo e o mesmo deve ser executado utilizando a parte média e anterior dos pés, evitando apoio dos calcanhares. Os braços são elementos propulsores e equilibradores, não havendo necessidade de uma exagerada flexão do tronco.

Outro ponto a ser lembrado entre os fatores que predispõem os músculos e articulações a riscos é a condição de fadiga muscular a qual engloba os componentes do treinamento desportivo de intensidade, densidade, volume e duração.

A literatura pertinente apresenta uma vasta discussão com relação a esses componentes, principalmente volume e intensidade, já que a eles relacionam-se o número de séries, repetições e altura dos saltos executados nos treinamentos.Por sua vez, não se pode desconsiderar a questão do tempo de recuperação entre as séries e entre as sessões pliométricas, que estão embutidas dentro dos componentes de planejamento do treinamento desportivo. Por conta dos exercícios pliométricos serem executados em máximas velocidades e intensidades faz-se necessária adoção de tempos suficientes de recuperação entre as séries, afim de que esses quesitos, necessários ao específico treinamento, sejam mantidos. A própria natureza de estiramento do quadríceps tende a instalar uma rápida

fadiga muscular local, a qual conduz a movimentos excêntricos mais lentos originando o indesejável aumento do tempo de transição entre a fase excêntrica-concêntrica, sobretudo se o tempo de recuperação for insuficiente (HOLMYARD; HAZELDINE, 1991; SARDINHA; MIL-HOMENS, 1989a) 1989).

Em relação a esse tempo, a literatura apresenta uma variação entre 1 a 4 minutos para a recuperação dos fosfagênicos energéticos usados nas ações explosivas da pliometria. É sabido, de acordo com Mathew e Fox (1979), apud Sardinha e Mil-Homens (1989), que 3 minutos após a sua depleção, as fontes de ATP-cP estão restauradas em 98,5%.Por isso, ao considerar a intensidade aplicada na pliometria, 1 ou 2 minutos de diferença nos intervalos de descanso são significativos quanto a porcentagem de reserva energética restaurada para utilização na subseqüente série.

Embora não esteja claro ao certo o número de repetições e séries para o treinamento pliométrico, Sardinha e Mil-Homens (1989) relatam ser mais ou menos consensual o número de 10 repetições e a variação entre 3-6 séries de exercícios, colocando que talvez por razões neuromusculares, na 3ª série é que os atletas consigam alcançar a melhor elevação no centro de gravidade. Para voleibolistas, Sardinha e Lucas (1989), apud Sardinha e Mil-Homens (1989), não verificaram diferenças na elevação do centro de gravidade até a 15ª repetição, admitindo assim repetições mais exigentes a atletas habituados a saltos em profundidade. Em todo caso, é importante respeitar o princípio da progressão.

Quanto ao número de sessões pliométricas recomendadas durante a semana, é consenso na literatura que elas não ultrapassem de 2-3 sessões na semana, podendo até mesmo ser reduzidas para uma sessão no período competitivo de uma equipe. Além disso, treinos aeróbicos e regenerativos entre as sessões devem ser praticados para reparar e recuperar a musculatura envolvida nos saltos (LEES; GRAHAM-SMITH, 1996).

Aliando-se aos cuidados relatados sob o ponto de vista fisiológico, a literatura específica também ressalta a importância de cuidados quanto ao uso de materiais com o objetivo de ao menos amenizar o risco de sérios problemas de lesão no treinamento pliométrico. Principalmente na utilização de uma superfície amortecedora de impacto e calçados de sola absorvente de choque.

Entretanto, Moura (1988), citando Richner (1981), argumenta que essas medidas, embora sejam úteis em prevenir lesões, podem não propiciar um desenvolvimento eficaz de impulsão, pois não são condições semelhantes às de competições. Assim, como forma de se focar a prevenção bem como o ganho de impulsão, o autor propõe a divisão das sessões entre superfícies macias e ás de competição. E conforme o atleta fortalece suas estruturas ao longo do período de treinamento, a proporção de volume desta última condição vai se sobrepondo sobre a primeira.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelos aspectos considerados no presente estudo, em relação às características de somatotipo o atleta de voleibol de modo geral classifica-se dentro do somatotipo ectomesomorfo. No entanto, foi evidenciado que tal classificação apresenta variações segundo a especificidade de cada jogador na quadra, o sexo e ao nível de performance atlética. Estudos mostram que as correspondentes variações somatotipicas concordam com as necessidades técnicas e táticas de cada função dentro de quadra. O dimorfismo entre os atletas seguiu a mesma tendência observada entre indivíduos não-atletas, sendo as mulheres mais endomórfas devido ao maior desenvolvimento de tecido adiposo. Por sua vez, parece existir uma correlação com o nível de performance, de modo que jogadores de elite apresentam perfil ectomesomórfico e este tende para um perfil endomesomorfo à medida que decresce o grau de performance na modalidade, principalmente entre os atletas do sexo masculino.

As informações em torno das características físicas e morfológicas dos jogadores de voleibol devem ser consideradas na organização de um programa de treinamento, permitindo aos técnicos alcançarem melhor especificidade para os correspondentes papéis que cada atleta deve desempenhar.

Quanto às características das ações motoras, o voleibol requer dos atletas o aprimoramento das capacidades de força explosiva e velocidade em especial, para as quais o desenvolvimento de considerável nível de força é necessário. As performances dos atletas que se sobressaem estão relacionadas ao percentual de fibras de contração rápida e também dos tempos de reação frente aos estímulos de jogo, que requerem treinamento específico.

Contudo, não se subestima a importância das outras capacidades físicas como a resistência, flexibilidade e coordenação para a evolução em performance atlética. Os atletas precisam manter a qualidade das ações motoras por tempos prolongados, ainda mais quando no voleibol as partidas têm durações variadas, sendo fundamental as capacidades de resistência aeróbia e resistência de força. A flexibilidade é a determinante na amplitude alcançada nas ações motoras e reflete na execução correta e econômica das mesmas. Finalmente, unindo todas as capacidades e permitindo a manifestação harmônica e precisa

de cada uma delas, se destaca a coordenação motora, a qual deve ser visada desde a iniciação desportiva.

Em relação ao treinamento pliométrico, conclui-se que ele pode acrescentar muitas vantagens aos atletas de voleibol em melhoria de performances nos saltos, embora ainda seja controversa a real eficiência desses quando comparados com uma rotina de saltos executadas no treinamento, desde que o seu emprego respeite o limite físico do atleta e estruturais da periodização.

Além disso, parece ser indispensável o desenvolvimento de força para o desenvolvimento progressivo nesse tipo de treinamento, onde tem sido observado o treinamento concorrente entre pliometria e força.Tal combinação tem mostrado ser capaz de potencializar a performance e diminuir os riscos de lesões articulares e musculares, aproveitando-se também das adaptações neurais iniciais ocorrentes em um treinamento com peso, possibilitando assim melhor desenvolvimento do treinamento e da coordenação.

Sobretudo, sugere-se que no início do processo de treinamento pliométrico seja priorizada a aprendizagem motora antes de qualquer sobrecarga extra na sua execução, visando a coordenação do movimento, a posição correta de queda, o contato com os pés e o posicionamentos da coluna e membros inferiores.Além do mais, ressalta-se o uso devido de materiais e locais adequados à sua prática para fins preventivos, evidenciando uma progressão entre superfícies amortecedoras de impacto e àquelas as quais os atletas se depararão durante as competições.

BIBLIOGRAFIA

BOMPA, T. O. **Periodização - Teoria e Metodologia do Treinamento.** 4. ed. São Paulo: Phorte Editora, 2002.

BOSCO, C., et al. Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles. **Acta Physiol Scand,** v. 116, n. 4, p. 343-9., 1982.

BRITTENHAM, G. Plyometric Exercise - A word of Caution. **the journal of Physical Education, Recreation and Dance,** v. 63, n. 1, p. 20-22, 1992.

CAVAGNA, G. A.; DUSMAN, B.; MARGARIA, R. Positive work done by a previously stretched muscle. **J Appl Physiol,** v. 24, n. 1, p. 21-32., 1968.

DEGROOT, J. **Neuroanatomia.** 21. ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 1994.

DRISS, T., et al. Maximal power and force-velocity relationships during cycling and cranking exercises in volleyball players. **J Sports Med Phys Fitness,** v.38, n.4, p.286-93.,1998.

DUKE, S. G. Plyometrics: The Theoretical and Physiological Foundations. **Chiropractic Sports Medicine,** v. 4, n. 2, p. 37-41, 1990.

GAMBETTA, V. Principles of Plyometric Training. **Track Technique,** v. 97, n. p. 3099-104, 1987.

---------. The Role of Eccentric Strength. **Strength and Conditioning,** v. 16, n. 5, p. 73-75, 1994.

GAUDI, E.H.G.In: Performance da Resistência de membros inferiores em praticantes da modalidade esportiva voleibol, 1999 Tese de Doutorado, Faculdade Estadual de Campinas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

GUALDI-RUSSO, E.; ZACCAGNI, L. Somatotype, role and performance in elite volleyball players. **J Sports Med Phys Fitness,** v. 41, n. 2, p. 256-62., 2001.

GUYTON, A. C. **Fisiologia Humana e Mecanismos das Doenças.** ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1984.

HEIMER, S.; MISIGOJ, M.; MEDVED, V. Some anthropological characteristics of top volleyball players in SFR Yugoslavia. **J Sports Med Phys Fitness,** v. 28, n. 2, p. 200-8., 1988.

HEWETT, T. E., et al. Plyometric training in female athletes. Decreased impact forces and increased hamstring torques. **Am J Sports Med,** v. 24, n. 6, p. 765-73., 1996.

HOLMYARD, J.; HAZELDINE, R. Plyometric Trainin; What it is, and how to use it effectively. **Coaching Focus,** v. 17, n. p. 10-12, 1991.

KIOUMOURTZOGLOU, E., et al. Ability profile of the elite volleyball player. **Percept Mot Skills,** v. 90, n. 3 Pt 1, p. 757-70., 2000.

KOMI, P. V.; BOSCO, C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. **Med Sci Sports,** v. 10, n. 4, p. 261-5., 1978.

LAPI, P. In: Caracterização e Quantificação do Aquecimento no Voleibol, 2001. Monografia, Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

LEES, A.; GRAHAM-SMITH, P. Plyometric training: a review of principles and practice. **Sports Exercise and Injury,** v. 2, n. p. 24-30, 1996.

MAFFIULETTI, N. A., et al. Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. **Med Sci Sports Exerc,** v. 34, n. 10, p. 1638-44., 2002.

MALINA, R. M.; BOUCHARD, C. **Atividade Física do Atleta Jovem: do crescimento à maturação.** 1. ed. São Paulo: Editora Roca, 2002. 480 p.

MOURA, N. A. Treinamento Pliométrico: introdução às bases fisiológicas, metodológicas e efeitos do treinamento. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento,** v. 2, n. 1, p. 30-40, 1988.

MOYNIHAN, P. S. Plyometrics: Training and Exercises. **Track and Field Quarterly Review,** v. 83, n. p. 52-59, 1983.

NEWHAM, D. J., et al. Ultrastructural changes after concentric and eccentric contractions of human muscle. **J Neurol Sci,** v. 61, n. 1, p. 109-22., 1983.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do Exercício.** 3. ed. São Paulo: Manole, 2000. p.

SALE, D. G. Neural adaptation to resistance training. **Med Sci Sports Exerc,** v. 20, n. 5 Suppl, p. S135-45., 1988.

SARDINHA, L.; MIL-HOMENS, P. O Treinamento Pliométrico: Os Saltos em Profundidade (2 parte de 3 partes: prescrição dos saltos em profundidade). **Treino Desportivo,** v. II, n. 13, p. 38-47, 1989a.

---------. O Treino Pliométrico - Os saltos em Profundidade (1´parte de 3 partes: revisão da literatura). **Treino Desportivo,** v. II, n. 12, p. 53-62, 1989b.

TORIOLA, A. L.; ADENIRAN, S. A.; OGUNREMI, P. T. Body composition and anthropometric characteristics of elite male basketball and volleyball players. **J Sports Med Phys Fitness,** v. 27, n. 2, p. 235-9., 1987.

WEINECK, J. **Treinamento Ideal.** 1. ed. São Paulo: Manole, 1999. p.