

CAPACIDADE DOS TESTES ISOCINÉTICOS EM PREDIZER A “PERFORMANCE” NO SALTO VERTICAL EM JOGADORES DE VOLEIBOL

Carlos UGRINOWITSCH*
Valdir José BARBANTI*
Adilson GONÇALVES**
Bergson Almeida PERES***

RESUMO

A predição da “performance” motora vem sendo uma questão básica para a ciência do esporte. Vários tipos de testes vêm sendo utilizados para tal, sendo os testes que avaliam a função muscular os mais utilizados. A especificidade do teste tem importância fundamental para que ele possua uma boa capacidade preditiva, contudo é muito difícil selecionar testes que simulem a “performance” motora mantendo valores elevados de validade e fidedignidade. Os objetivos do presente estudo foram: a) determinar a capacidade de predição da “performance” no salto vertical através de testes isocinéticos em diferentes faixas etárias; b) comparar os grupos para verificar se a “performance” no salto vertical e no teste isocinético evoluía na mesma razão, com o aumento da idade cronológica. A amostra foi composta por 30 jogadores de voleibol, divididos em três grupos por idade cronológica; jogadores com mais de 20 anos (G_{20}); jogadores entre 17 e 19 anos (G_{17}) e jogadores entre 15 e 16 anos (G_{15}). Os indivíduos foram submetidos a um teste de força para a musculatura extensora do joelho (dinamômetro Cybex 6000[®]), nas velocidades angulares de 180, 240 e 300⁰/s e a um teste de salto vertical (“Ergo Jump”), utilizando-se o “Squat Jump” (SJ). Somente o G_{20} obteve uma equação na qual o valor da variável obtida foi significativa ($p < 0,05$). A comparação entre os grupos revelou que o G_{20} e o G_{17} significativamente mais fortes para todas as velocidades angulares do que o G_{15} , enquanto para o salto vertical somente o G_{20} foi superior ao G_{15} . Esse estudo indica que a variável de “força isocinética” não é um bom preditor da “performance” no salto vertical e que as variáveis não evoluíram na mesma razão com o aumento da idade cronológica.

UNITERMOS: Força isocinética; Salto vertical; Treinamento esportivo; Voleibol.

INTRODUÇÃO

A predição da “performance” esportiva, através de testes motores, é um tópico muito importante para técnicos e preparadores físicos de várias modalidades esportivas. No entanto selecionar testes válidos e fidedignos, que avaliem as capacidades motoras alvo e sejam específicos à habilidade motora específica, é uma tarefa árdua.

No caso do voleibol, a “performance” no salto vertical está diretamente relacionada ao rendimento esportivo dos jogadores, e também, é facilmente avaliada através de testes de salto vertical, os quais são válidos e fidedignos. Porém, um grande número de técnicos e preparadores físicos acredita que o desenvolvimento da força máxima e da resistência

* Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

** Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

*** Universidade do ABC.

de força seja essencial para o aumento da elevação do centro de gravidade no salto vertical. Isto posto, há que se verificar se o aumento da força motora implica em um aumento também da “performance” no salto vertical. Para que isso seja realidade, a correlação entre testes de força motora e de salto vertical deve ser elevada.

A literatura consultada apresentou os seguintes resultados. Wilson, Murphy & Walshe (1996) encontraram uma correlação de $r = 0,68$ entre uma repetição máxima no agachamento e o salto vertical com auxílio dos membros superiores, já Wilklander & Lysholm (1987) encontraram um valor de $r = 0,84$ entre o torque isocinético da articulação do joelho, medido em um dinamômetro Cybex II à $180^\circ/s$ e o salto vertical, Barbanti, Ugrinowistch, Tricoli & Shinzato (1995) e Tricoli, Ugrinowistch, Barbanti & Shinzato (1995) encontraram respectivamente, $r = 0,81$ e $r = 0,79$, para o mesmo teste em jogadores de voleibol e de basquetebol. Também Weiss, Relyea, Ashley & Propost (1997) encontraram um valor de correlação múltipla de 0,82 entre o teste de agachamento isocinético (dinamômetro isocinético pluriarticular) e o salto vertical, enquanto Murphy & Wilson (1997) citaram que a variância comum entre os testes fica entre 25 e 74%. A grande amplitude dos valores encontrados para a variância comum entre os testes deve-se às diversas formas de testagem da força (isométrico, isoinercial, isocinético, máximo, sub-máximo, etc.), que por vezes contrastam com os meios de treinamento utilizados (perda da especificidade).

Esse problema se torna ainda maior quando atletas em diferentes estágios de crescimento e desenvolvimento são avaliados pois

esses diferentes estágios tornam-se uma variável interveniente muito importante.

Dentro deste escopo é interessante, pelo fato do treino de força ser tão enfatizado das categorias de base até à adulta, avaliar se testes de força motora podem acompanhar o desenvolvimento da “performance” no salto vertical e assim prever o rendimento atual e futuro de muitos atletas. Com isto os objetivos desse trabalho foram:

- a) determinar a capacidade de predição da “performance” no salto vertical através de testes de força isocinéticos em diferentes grupos etários;
- b) comparar os diferentes grupos etários nos testes de salto vertical e de “força isocinética” para verificar se ambas variáveis apresentavam a mesma tendência de evolução.

AMOSTRA

Foi utilizada para o presente estudo uma amostra de 30 atletas de voleibol de alto nível (mais de 50% dos indivíduos que compuseram essa amostra foram ou eram jogadores de seleções nacionais, em suas respectivas categorias).

A amostra foi dividida em três grupos de acordo com um critério etário, próximo ao utilizado pela Federação Paulista de Voleibol, onde o primeiro grupo foi composto por nove indivíduos com idade igual ou superior a 20 anos (G_{20}), o segundo grupo por 10 indivíduos com idade entre 17 e 19 anos (G_{17}) e o terceiro grupo por 11 indivíduos com idade entre 15 e 16 anos (G_{15}), sendo que alguns dados antropométricos e de composição corporal são apresentados para os grupos na TABELA 1, em conjunto com os dados dos grupos como um todo.

TABELA 1 Valores descritivos de variáveis antropométricas e de composição corporal em jogadores de voleibol do sexo masculino.

	Idade (anos)	Peso (quilos)	Altura (cm)	% gordura (%)
(Total)				
média	18,5	82,5	191,8	11,9
d.p.	3,3	10,8	7,4	2,3
(G₂₀)				
média	22,7	93,3	195,7	12,4
d.p.	2,6	4,8	5,1	1,4
(G₁₇)				
média	17,6	80,8	191,1	12,2
d.p.	0,9	9,7	6,5	3,2
(G₁₅)				
média	15,7	75,2	189,3	11,2
d.p.	0,3	8,2	8,7	2,0

METODOLOGIA

Para avaliar a “performance” no salto vertical foi utilizado o aparelho Ergo Jump®, o qual é um tapete composto de circuitos eletrônicos que mede o tempo em que o indivíduo fica sem contato com o mesmo, durante a execução do salto, com precisão de milissegundos, acoplado a um pequeno “software” que calcula a elevação do centro de gravidade, em centímetros e milímetros (ex. 45,7 cm), através da fórmula, $h = t^2 \times g \times 8^{-1}$ (Bosco, Belli, Astrua, Tihanyi, Pozzo, Kellis, Tsarpela, Foti, Manno & Tranquilli, 1995).

A técnica de salto utilizada foi o “squat jump” (Komi & Bosco, 1978) onde os indivíduos se posicionaram em pé, em cima do tapete, pés paralelos, mãos no quadril, os joelhos flexionados à 90° (medidos através de um goniômetro manual colocado com seu centro de rotação alinhado com a linha intercondilar lateral do joelho direito). O grau de flexão do tronco não foi controlado, ficando a critério do próprio indivíduo. Não era permitido executar nova flexão do joelho ou do tronco, devendo partir da posição pré determinada para cima na direção do salto vertical. Para que o indivíduo tivesse sua tentativa válida ele deveria decolar e aterrissar com o seu centro de gravidade, aproximadamente, na mesma posição para que não houvessem erros na medida. Foram realizadas três tentativas e a melhor delas considerada para fins estatísticos.

Após a realização do teste para medir a “performance” no salto vertical os indivíduos

foram submetidos ao teste de força no dinamômetro isocinético.

Para testar a força foi utilizado um dinamômetro isocinético Cybex 6000®. Este aparelho tem como característica realizar testes monoarticulares, para as diversas articulações do corpo humano, nos mais variados tipos de movimentos (flexão-extensão, adução-abdução, rotação externa-interna). Para este estudo foi selecionado o teste de extensão e flexão da articulação do joelho, por ser este, supostamente, um exercício conhecido pelos indivíduos, e por apresentar correlações de moderadas para altas com os testes de salto vertical, como as encontradas nos estudos de Barbanti et alii (1995), Tricoli (1994), Tricoli et alii (1995) e Ugrinowitsch (1997). Somente a força dos músculos extensores do membro inferior esquerdo foi utilizado para efeito de cálculos estatísticos, pois esse apresenta uma tendência de explicar uma maior parte da variância total do salto vertical, em relação ao membro inferior direito (Ugrinowitsch, 1997).

O indivíduo ficava sentado em cadeira ajustável, própria do dinamômetro isocinético, com o membro inferior testado fixo na altura da coxa por uma cinta de estabilização. A articulação avaliada teve o seu eixo de rotação, a linha intercondilar lateral do membro inferior testado, alinhada com o eixo de rotação do aparelho, e o braço de alavanca do aparelho fixado em nível do maléolo medial. O movimento foi realizado em uma amplitude de aproximadamente

90 graus, partindo da máxima flexão da articulação até a sua extensão completa. O tronco foi fixado por cinto de segurança próprio do dinamômetro, tendo os membros superiores fixados lateralmente à cadeira em local apropriado, e o membro inferior não testado preso em local próprio.

O teste foi realizado nas velocidades angulares de 180, 240 e 300^o/s, sendo que para cada uma delas foram realizadas três tentativas sub-máximas como aquecimento e, quatro tentativas máximas das quais a que obteve o maior valor de torque máximo foi considerado para a análise. As velocidades foram apresentadas das mais lentas para as mais rápidas, com um minuto de intervalo entre cada uma delas, seguindo os padrões apresentados por Dvir (1995) e Perrin (1993).

Tanto a correção dos dados, pela influência da gravidade no segmento testado (para uma revisão sobre o assunto ver, por exemplo, Fillyan, Bevins & Fernandez, 1986), quanto a calibração do dinamômetro, seguiram a rotina imposta pelo software que gerencia o aparelho, em acordo com a padronização dos procedimentos apresentada no manual do fabricante do Cybex 6000[®]

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para verificar a relação existente entre o SJ e as medidas de força obtidas no teste isocinético, nos três grupos etários, foi utilizada a

correlação Pearson. Com a melhor correlação obtida para cada grupo, nas diferentes velocidades angulares, foram elaboradas equações de regressão lineares para a “performance” no salto vertical, para verificar a capacidade de predição dos testes de “força isocinética”. Para a comparação entre os valores obtidos no teste de “força isocinética”, entre os três grupos, foi utilizada uma anova “two way” com medidas repetidas e para o teste de salto vertical, entre os três grupos, uma anova “one way”. Os valores obtidos para o grupo todo foram desconsiderados para efeitos de comparação por não fazerem parte dos objetivos do trabalho, servindo apenas como valores referência. O nível de significância adotado foi de $p \leq 0,05$. O “software” utilizado foi o “Statística 5.0[®]”

RESULTADOS

As correlações entre o salto vertical e o torque isocinético para as velocidades de 180, 240 e 300^o/s, nos diferentes grupos, ficaram de moderadas para baixas, sem poder ser constatado um padrão definido. Somente o G₂₀ apresentou dados mais consistentes, podendo-se afirmar que a “força isocinética” dos extensores do joelho, pode representar boa parte da variância total do salto vertical, aproximadamente 50% (TABELA 2).

TABELA 2 Valores de correlação de Pearson entre o teste de salto vertical e o teste isocinético para os três grupos.

torque	salto (G ₂₀)	salto (G ₁₇)	salto (G ₁₅)
180 ^o /s	0,72	0,03	0,35
240 ^o /s	0,69	0,02	0,14
300 ^o /s	0,73	-0,28	0,22

As FIGURAS 1,2 e 3 apresentam as equações de regressão elaboradas para a capacidade de salto vertical, já as FIGURAS 1a, 2a e 3a apresentam os gráficos para a identificação de

possíveis “outliers” tendo como limites para tal os percentis 25 e 75 representados pelas barras de desvios padrão localizadas superior e lateralmente nas referidas figuras.

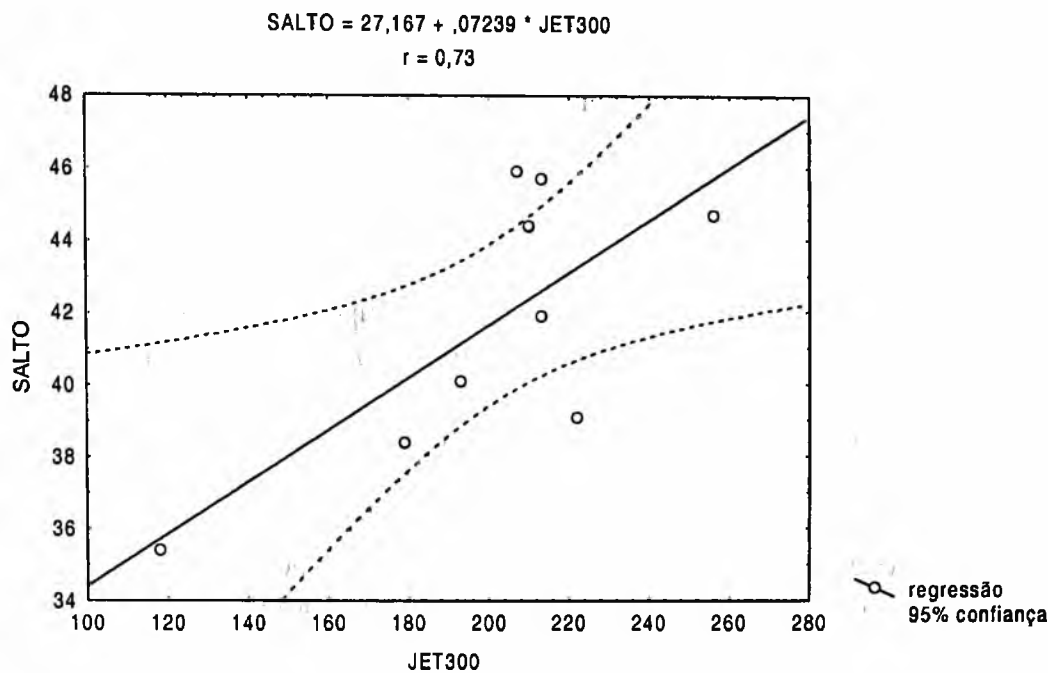


FIGURA 1 Equação de regressão para a capacidade de salto vertical, através do teste isocinético de extensão do joelho esquerdo na velocidade angular de $300^{\circ}/s$, para o G_{20} .

A equação que apresentou maior capacidade de predição foi a do G_{20} , onde a variável independente, torque produzido pelos músculos extensores do joelho a $300^{\circ}/s$, foi

significante para a elaboração do modelo com um valor de $p = 0,02$, um erro padrão da estimativa de $s = 3,52\text{cm}$ e o valor de $r^2 = 0,54$ (FIGURA 1).

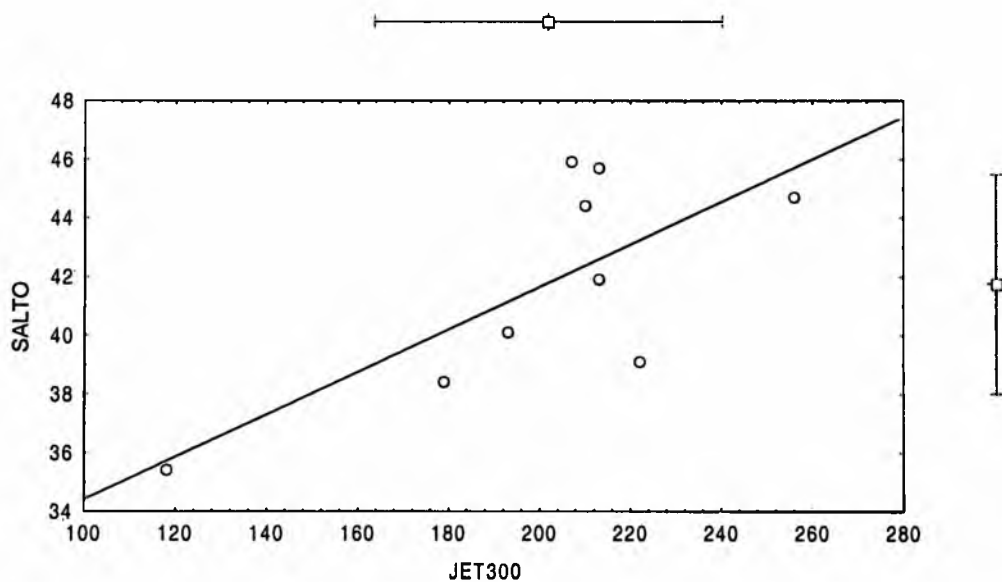


FIGURA 1a - Determinação de "outliers" para a equação de regressão da capacidade de salto vertical, para o G_{20} .

A FIGURA 1a demonstra que apesar de um dos dados ser um "outlier" ele não pode ser considerado como tal, pois ele é muito representativo para o grupo. Caso ele fosse eliminado, o valor da correlação cairia para $r = 0,44$. Uma possível explicação para tal é que o

indivíduo estava no final de um processo pós-operatório na articulação do joelho, e não estava na plenitude da sua condição atlética, apesar de estar treinando normalmente, fato esse que pode ter causado os valores abaixo da média do grupo para os testes de "força isocinética" e de salto vertical.

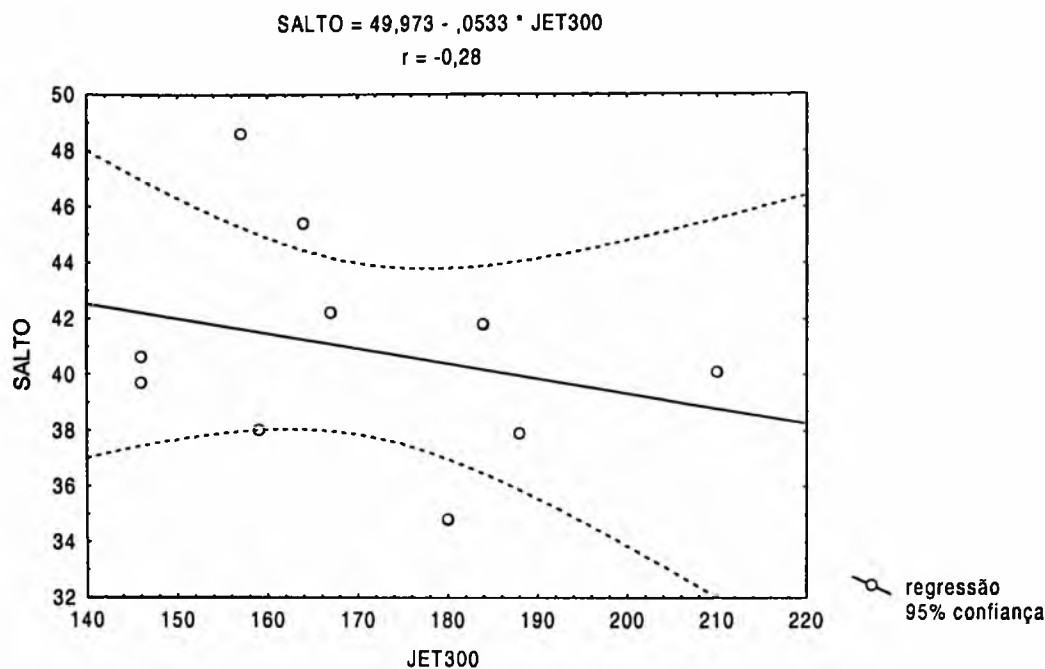


FIGURA 2 Equação de regressão para a capacidade de salto vertical, através do teste isocinético de extensão do joelho esquerdo na velocidade angular de 300⁰/s, para o G₁₇.

A equação obtida para o G₁₇ produziu resultados contraditórios em relação aos outros dois grupos, pois a correlação entre o teste isocinético (velocidade angular de 300⁰/s) e o de salto vertical foi negativa, a variável de força não

atingiu o nível de significância requerido na elaboração do modelo preditivo, e o valor de r² = 0,08 explica muito pouco da variância total do salto vertical, apesar do erro padrão da estimativa ser relativamente baixo, s = 4,39 cm (FIGURA 2).

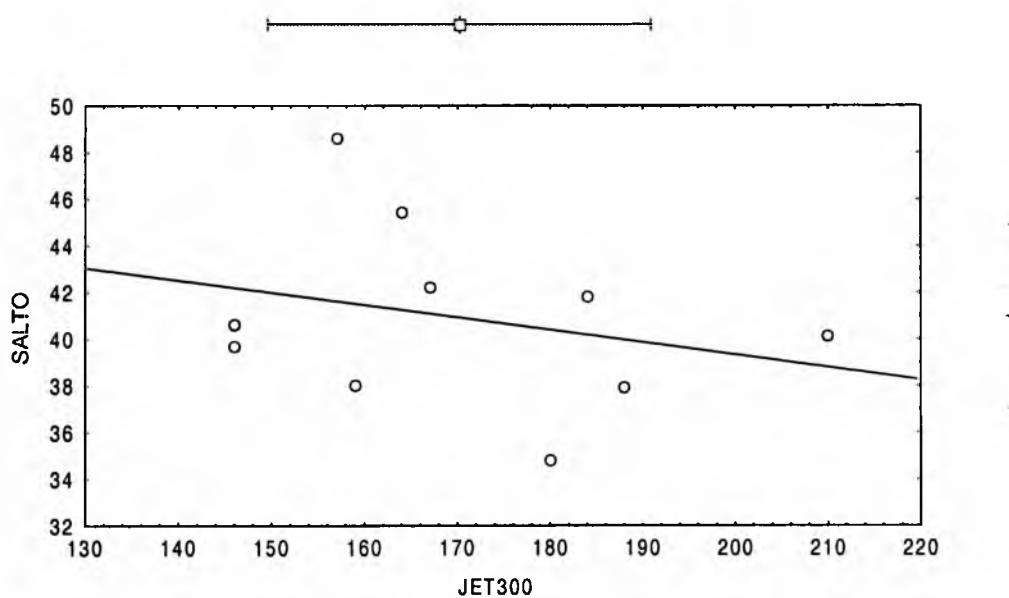


FIGURA 2a Determinação de “outliers” para a equação de regressão da capacidade de salto vertical, para o G₁₇.

Com o valor de r² obtido para a equação do G₁₇, era esperado a aparição de

“outliers” Esse fato pode ter sido causado pelo baixo n do grupo (FIGURA 2a).

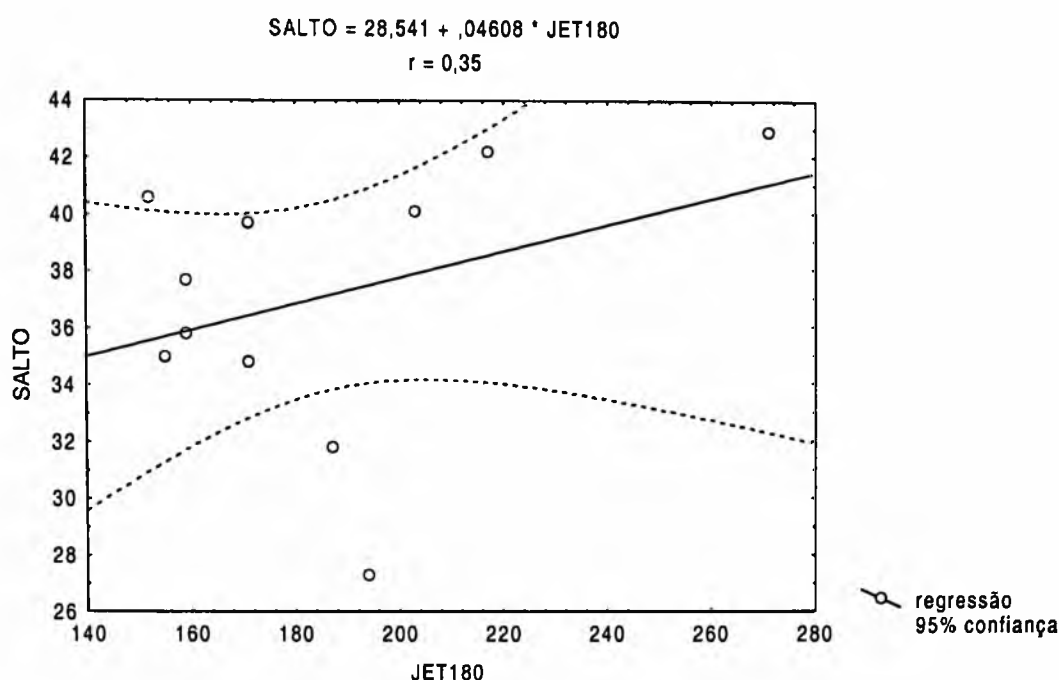


FIGURA 3 Equação de regressão para a capacidade de salto vertical, através do teste isocinético de extensão do joelho esquerdo na velocidade angular de $180^{\circ}/s$, para o G_{15} .

Já a equação para o G_{15} voltou a apresentar uma correlação positiva entre os dois testes, com a velocidade do teste isocinético selecionada de $180^{\circ}/s$. O valor de $r^2 = 0,12$ também

foi muito baixo e, a variável também não atingiu o nível de significância requerido, ficando com um erro padrão da estimativa de $s = 4,23\text{cm}$ (FIGURA 3).

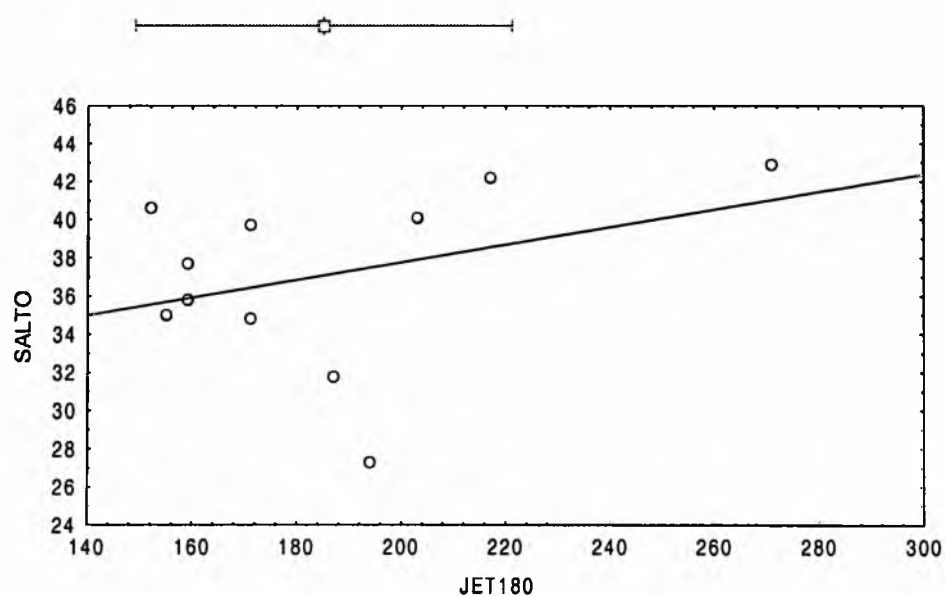


FIGURA 3a Determinação de “outliers” para a equação de regressão da capacidade de salto vertical para o G_{15} .

Da mesma forma que para o grupo anterior, os “outliers” eram esperados pela baixa correlação encontrada, contudo esses dados não poderiam ser retirados do modelo, pois o tamanho do grupo iria diminuir muito (FIGURA 3a).

Apesar das análises de regressão apontarem para uma maior importância da “força isocinética” para o salto vertical no G_{20} , a comparação entre os grupos apresentou uma outra tendência, como apresentado na TABELA 3. A

força aumentou significativamente com a idade, enquanto para a "performance" do salto vertical somente o G_{20} obteve valores significativamente maiores que o G_{15} . O aumento da "força

isocinética" não foi acompanhado por um concomitante aumento na "performance" do salto vertical.

TABELA 3 - Valores obtidos de "peak" torque dos extensores do joelho nas velocidades angulares de 180, 240 e 300^o/s e do SJ em jogadores de voleibol.

	180 ^o /s (Nm)	240 ^o /s (Nm)	300 ^o /s (Nm)	SJ (cm)
(Total)				
média	206,9	186,4	174,1	39,8
d.p.	(41,0)	(35,7)	(33,9)	(4,5)
(G₂₀)				
média	235,4* [†]	213,9* [†]	201,2* [†]	41,7 [‡]
d.p.	(47,1)	(40,4)	(37,6)	(3,7)
(G₁₇)				
média	205,0 [†]	183,4 [†]	170,1 [†]	40,9
d.p.	(25,6)	(18,6)	(20,3)	(3,9)
$\Delta\%$	(14,8)	(16,6)	(18,3)	(0,2)
(G₁₅)				
média	185,0	166,7	155,6	37,1
d.p.	(35,4)	(31,0)	(27,7)	(4,7)
$\Delta\%$	(10,8)	(10,0)	(9,3)	(10,2)

* G_{20} maior que G_{17} , $p < 0,001$.

[†] G_{20} (ou G_{17}) maior que G_{15} , $p < 0,001$.

[‡] G_{17} maior que G_{15} , $p < 0,05$.

[‡] G_{20} maior que G_{15} , $p < 0,05$.

DISCUSSÃO

Vários testes de força vêm sendo amplamente utilizados no meio esportivo, dentre eles a dinamometria isocinética vem ganhando espaço tanto às custas de seu apelo tecnológico, como também pelo fato do número de dinamômetros isocinéticos existente no Brasil vir crescendo atualmente. Com isso, algumas equipes já vêm utilizando esses aparelhos com o intuito de treinar a força motora, reabilitar e testar a função muscular. No entanto, o seu alto custo faz com que a maioria das equipes esportivas ainda utilize salas de musculação tradicionais, que possuem aparelhos com resistências fixas.

Os testes isocinéticos têm limitações para avaliar o efeito do treinamento produzido por exercícios isoinerciais, pois eles são executados com velocidades constantes, pré programadas (a aceleração existe somente em uma pequena parcela do movimento, até que a velocidade pré programada seja atingida). Outra limitação da

maioria desses aparelhos é que eles realizam, somente, movimentos monoarticulares e unilaterais, mas possuem uma vantagem porque a tensão muscular produzida nos diversos ângulos articulares é sempre máxima. No entanto, este fato não ocorre nos exercícios isoinerciais, pois vários exercícios são pluriarticulares e a resistência, nesse caso, é fixa, e a força necessária para vencê-la, na amplitude total do movimento, varia de acordo com mecanismos internos como, tamanho do braço de alavanca e curva força-comprimento dos sarcômeros.

Esses problemas já foram levantados por vários autores como Abernethy, Wilson & Logan (1995), Abernethy & Jürimäe (1996), Hortobágyi & Katch (1990), Murphy & Wilson (1997); Weiss et alii (1997) e Wilson, Newton, Murphy & Humpheries (1993), pois os efeitos do treinamento de força, realizado com exercícios isoinerciais, não podem ser corretamente detectados através de testes isocinéticos, onde normalmente os valores são sub-avaliados.

O treinamento realizado, pelos indivíduos do presente estudo, era executado com baixa velocidade, enquanto os testes isocinéticos utilizavam velocidades mais elevadas, podendo ser este mais um fator limitante, pois como Behm & Sale (1993) e Sale (1988, 1992) citaram os efeitos do treinamento de força, realizado com baixa velocidade de execução, não são detectados em movimentos onde ela for elevada (baixa transferência e especificidade do treino de força), sugerindo que as velocidades dos testes isocinéticos selecionadas não foram adequadas. No entanto, é curioso atentar para o fato de que outros estudos, como os de Barbanti et alii (1995), Tricoli (1994) e Tricoli et alii (1995), utilizando um amplo espectro de velocidades, encontraram correlações mais elevadas com o salto vertical quando a velocidade do teste era alta, apesar dos indivíduos daquela amostra também treinarem com velocidades baixas.

Se o foco de análise mudar do treinamento de força, para a ação de salto vertical, tem-se que os valores de correlação mais elevados, nas velocidades mais altas, são esperados pois Aragón-Vargas & Gross (1997) encontraram que a velocidade angular da articulação do joelho, nas ações de salto vertical chegava a valores próximos de 800^o/s, e Van Soest, Schwab, Bobbert & Van Ingen Schenau (1993) valores de 1140^o/s. Contudo, esses valores ainda indicam que a “força isocinética” testada não tem uma grande transferência para o salto vertical. A relação inversamente proporcional encontrada, na curva força-velocidade (Huijing, 1992), entre as duas variáveis pode confirmar esta suposição.

Outro aspecto que deve ser ressaltado é quanto a realização de testes unilaterais, pois como citado por Siff (1994), Van Ingen Schenau, Bobbert, Huijing & Woittiez (1985) e Van Soest, Roebroek, Bobbert, Huijing, Van Ingen Schenau (1985), a força produzida em movimentos unilaterais é maior que a produzida em movimentos bilaterais dividida por dois, pois os autores sugerem que o sistema nervoso central não tem capacidade de produzir uma ativação máxima dos músculos envolvidos na execução da tarefa, nos movimentos bilaterais. Isso pode ter causado interferências nos resultados que não puderam ser diagnosticadas.

A técnica de salto SJ foi selecionada por utilizar apenas ações musculares concêntricas para a sua execução, da mesma forma que nos testes isocinéticos realizados, na tentativa de

diminuir o número de variáveis intervenientes envolvidas na ação de salto vertical, por não utilizar os membros superiores (Harman, Rosenstein, Frykman & Rosenstein, 1990), o ciclo de alongamento e encurtamento (CAE), seus mecanismos auxiliares (Bobbert, Gerritsen, Litjens, Van Soest, 1996; Komi, 1984; Komi & Bosco, 1978), e elevar a capacidade de predição dos testes isocinéticos. Os dados encontrados nesse estudo não confirmaram essa premissa. A explicação para tal fato pode estar baseada em dois fatores: a) o SJ não é um movimento comumente utilizado, fazendo com que os indivíduos não tenham um correto “timing” para a ativação dos grupos musculares envolvidos (coordenação), por causa do pouco tempo de prática (Bobbert et alii, 1996; Bobbert & Van Soest, 1994); b) os músculos glúteo máximo e vastos são os mais importantes para a execução do salto vertical (Pandy & Zajac, 1991) e a articulação do quadril é a que realiza a maior quantidade de trabalho (Robertson & Fleming, 1987), indicando a possibilidade de que o grupo muscular selecionado para o teste de “força isocinética” não seja o mais relevante para o salto vertical.

Aragón-Vargas & Gross (1997) analisaram as ações de salto vertical e apresentaram um modelo onde as variáveis, que poderiam explicar a variância total desta ação motora, foram colocadas em níveis hierárquicos. Os testes de força estavam situados em níveis bem inferiores indicando a sua pequena importância para o salto vertical.

Para que os testes de função muscular (força motora) tivessem a capacidade de prever a “performance” nos testes de alguma tarefa motora, Murphy & Wilson (1997) citaram que a correlação entre eles deveria ser superior a $r = 0,90$, também apontando para uma falta de especificidade do teste isocinético utilizado. Outro fator importante a ser ressaltado é que, os mesmos autores, sugeriram que as alterações no treinamento deveriam sempre ser baseadas na “performance” motora, não considerando os testes de força como um parâmetro para controlar o treino de atletas.

As diferenças encontradas entre os três grupos, para a medida de força, não podem ser atribuídas a um fator específico (treinamento nível maturacional, experiência motora, nível de aprendizagem, etc.), sendo que as diferenças de força mostraram não influenciar diretamente a capacidade de salto vertical quando isso era esperado acontecer, pois os indivíduos de maior idade cronológica possuindo um maior tempo de

treinamento e, conseqüentemente, de treinamento específico, teriam um maior desenvolvimento da força, assim como um nível maturacional mais elevado, fatores esses que, combinados, produziriam uma maior "performance" no salto vertical.

As maiores correlações encontradas para o G_{20} também não podem ser consideradas como um efeito do treinamento, ou como uma boa capacidade do teste isocinético em detectar alterações no estado de treino (melhora na função muscular), pois do G_{15} para o G_{20} , a força aumentou significativamente, mas não provocou um concomitante aumento na "performance" do salto vertical.

Thomas & Nelson (1990) citaram que estudos transversais favorecem a uma grande interação entre os fatores envolvidos nos testes, podendo ser isso também a causa dos resultados conflitantes na evolução dos resultados dos testes realizados.

CONCLUSÃO

A predição da "performance" motora através de testes de função muscular tem um enfoque reducionista, onde tenta transformar todos os fatores envolvidos em uma ação motora complexa, como o salto vertical, na capacidade que o indivíduo tem de gerar força, deixando fatores como a coordenação necessária para a execução da tarefa desconsiderados.

Isso explica, em parte, a incapacidade que os testes isocinéticos monoarticulares têm em prever a capacidade de salto vertical. Testes que avaliem a função muscular em movimentos pluriarticulares, bilaterais e de cadeia fechada parecem ter maior relação com o salto vertical (Weiss et alii, 1997), estes podem ter suas validades preditivas aumentadas se a velocidade de execução for elevada, se aproximando da encontrada nos movimentos de salto. Os testes isocinéticos monoarticulares oferecem outro fator limitante muito sério. Para se alcançar uma grande elevação do centro de gravidade corporal, a velocidade vertical deve ser maximizada, fato esse que ocorre em função do sequenciamento proximal-distal das articulações envolvidas no salto vertical para produzir um movimento de translação do centro de gravidade corporal, enquanto que nos exercícios isocinéticos, por serem monoarticulares, ocorrem apenas movimentos angulares e deslocamento de apenas um segmento corporal, fazendo com que a força produzida seja o resultado da curva de força específica da articulação e não a resultante de força do trabalho realizado pelas articulações do quadril, joelho e tornozelo.

O treinamento de força realizado pelos indivíduos dessa amostra e o final do período maturacional parecem não produzir alterações evidentes na capacidade de salto vertical. Outros estudos, com a ampliação da amostra e com a utilização de outras formas de testagem da força, são necessários para verificar os efeitos reais do treinamento.

ABSTRACT

THE ABILITY OF ISOKINETIC TESTS TO PREDICT VERTICAL JUMPING PERFORMANCE IN VOLLEYBALL PLAYERS

Predicting performance through muscle function tests is a very important issue in sport science. The selection of a test is based on its ability to predict motor performance. To reach this goal the test should be able to simulate sport skills and be valid and reliable. The aims of this study were: a) test the ability of isokinetic strength tests to predict jumping performance in different age groups of volleyball players; b) compare groups to verify if the performance in the vertical jump and in the strength test increases at the same rate. Thirty volleyball players were divided into three groups, over 20 years old (G_{20}), between 17 and 19 (G_{17}) and 15 and 16 years old (G_{15}). Knee extensors strength was tested in an isokinetic dynamometer "Cybex 6000®" at the following angular velocities; 180, 240 and 300°/s. An "Ergo Jump" was used to measure vertical jumping height in squat jumps. Only the G_{20} had a significant equation to predict jumping performance through the isokinetic test. When the response variables were compared between groups a different pattern

was found, the isokinetic values improved with age ($p < 0.05$) even though the values of vertical jumping ability did not improve at the same rate. Knee extension isokinetic tests do not seem to be a good predictor of jumping performance.

UNITERMS: Isokinetic strength; Vertical jump; Physical training; Volleyball.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABERNETHY, P.; WILSON, G.; LOGAN, P. Strength and power assessment issues, controversies and challenges. *Sports Medicine*, v.19, n.6, p.401-17, 1995.
- ABERNETHY, P.J.; JÜRIMÄE, J. Cross-sectional and longitudinal uses of isoinertial, isometric, and isokinetic dynamometry. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.28, n.9, p.1180-7, 1996.
- ARAGÓN-VARGAS, L.F.; GROSS, M.M. Kinesiological factors in vertical jump performance: differences among individuals. *Journal of Applied Biomechanics*, v.13, p.24-44, 1997.
- BARBANTI, V.J.; UGRINOWITSCH, C.; TRICOLI, V.A.A.; SHINZATO, G.T. Relação entre torque máximo no dinamômetro isocinético e a capacidade de salto vertical em jogadores de voleibol. In: CONGRESSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E CIÊNCIAS DO DESPORTO DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA, 4., Coimbra, 1995. *Anais*. Coimbra, Universidade de Coimbra, 1995, p.c.d.10-9.
- BEHM, D.G.; SALE, D.G. Velocity specificity of resistance training. *Sports Medicine*, v.15, n.6, p.374-88, 1993.
- BOBBERT, M.F.; GERRITSEN, K.G.M.; LITJENS, M.C.A.; VAN SOEST, A.J. Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Medicine and Science in Sport and Exercise*, v.28, n.11, p.1402-12, 1996.
- BOBBERT, M.F.; VAN SOEST, A.J. Effects of muscle strengthening on vertical jump height: a simulation study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.26, n.8, p.1012-20, 1994.
- BOSCO, C.; BELLI, A.; ASTRUA, M.; TIHANYI, J.; POZZO, R.; KELLIS, S.; TSARPELA, O.; FOTI, C.; MANNO, R.; TRANQUILLI, C. A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. *European Journal of Applied Physiology*, v.70, p.379-86, 1995.
- DVIR, Z. *Muscle testing, interpretation and clinical applications*. Singapore, Longman, 1995.
- FILLYAN, M.; BEVINS, M.; FERNANDEZ, L. Importance of correcting isokinetic peak torque for effect of gravity when calculating knee flexor to extensor muscle ratios. *Physical Therapy*, v.66, p.23-31, 1986.
- HARMAN, E.A.; ROSENSTEIN, M.T.; FRYKMAN, P.N.; ROSENSTEIN, R.M. The effects of arms and countermovement on vertical jumping. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, v.22, n.6., p.825-33, 1990.
- HORTOBÁGYI, T.; KATCH, F.I. Reliability of muscle mechanical characteristics for isokinetic and isotonic squat and bench press exercise using a multifunction computerized dynamometer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, v.61, n.2, p.191-5, 1990.
- HUIJING, P.V. Mechanical muscles models. In: KOMI, P.V., ed. *Strength and power in sport*. Oxford, Blackwell Scientific, 1992. Cap.6c, p.130-50.
- KOMI, P.V. Biomechanics and neuromuscular performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.16, n.1, p.26-8, 1984.
- KOMI, P.V.; BOSCO, C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.10, n.4, p.261-5, 1978.
- MURPHY, A.J.; WILSON, G.J. The ability of tests of muscular function to reflect training-induced changes in performance. *Journal of Sports Science*, v.15, p.191-200, 1997.
- PANDY, M.G.; ZAJAC, F.E. Optimal muscular coordination strategies for jumping. *Journal of Biomechanics*, v.24, n.1, p.1-10, 1991.
- PERRIN, D.H. *Isokinetic exercise and assessment*. Champaign, Human Kinetics, 1993.
- ROBERTSON, D.G.E.; FLEMING, D. Kinetics of standing broad and vertical jumping. *Canadian Journal of Applied Sport Science*, v.12, n.1, p.19-23, 1987.
- SALE, D.G. Neural adaptation to resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.20, n.5, p.S135-45, 1988. Supplement.
- _____. Neural adaptation to strength training. In: KOMI, P.V., ed. *Strength and power in sport*. Oxford, Blackwell Scientific, 1992. Cap.9a, p.249-65.
- SIFF, M.C. Recommended strength ratios. *Fitness and Sports Review International*, v.29, n.2, p.78-80, 1994.
- THOMAS, J.R.; NELSON, J.K. *Research methods in physical activity*. Champaign, Human Kinetics, 1990.

- TRICOLI, V.A.A. **Análise da potência muscular nos músculos extensores do joelho em jogadores de basquetebol e voleibol do sexo masculino.** São Paulo, 1994. 63p. Dissertação (Mestrado) Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo.
- TRICOLI, V.A.A.; UGRINOWITSCH, C.; BARBANTI, V.J.; SHINZATO, G.T. Torque isocinético máximo e desempenho no salto vertical em jogadores de basquetebol. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, 5., Rio Claro, 1995. Anais. Rio Claro, UNESP, 1995. p.43.
- UGRINOWITSCH, C. **Determinação de equações preditivas para a capacidade de salto vertical através de testes isocinéticos em jogadores de voleibol.** São Paulo, 1997. 84p. Dissertação (Mestrado) Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo.
- VAN INGEN SCHENAU, G.J.; BOBBERT, M.F.; HUIJING, P.A.; WOITTEZ, R.D. The instantaneous torque-angular velocity relation in plantar flexion during jumping. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.17, n.4, p.422-6, 1985.
- VAN SOEST, A.J.; ROEBROECK, M.E.; BOBBERT, M.F.; HUIJING, P.A.; VAN INGEN SCHENAU, G.J. A comparison of one-legged and two-legged countermovement jumps. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.17, p.635-9, 1985.
- VAN SOEST, A.J.; SCHWAB, A.L.; BOBBERT, M.F.; VAN INGEN SCHENAU, G.J. The influence of the biarticularity of the gastrocnemius muscle on vertical-jumping achievement. **Journal of Biomechanics**, v.26, n.1, p.1-8, 1993.
- WEISS, L.W.; RELYEA, G.E.; ASHLEY, C.D.; PROPOST, R.C. Using velocity-spectrum squats and body-composition to predict standing vertical jump ability. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.11, n.1, p.14-20, 1997.
- WILKLANDER, J.; LYSHOLM, J. Simple tests for surveying muscle strength and muscle stiffness in sportsmen. **International Journal of Sports Medicine**, v.8, p.50-4, 1987.
- WILSON, G.J.; MURPHY, A.J.; WALSH, A. The specificity of strength training: the effect of posture. **European Journal of Applied Physiology**, v.73, p.346-52, 1996.
- WILSON, G.J.; NEWTON, R.U.; MURPHY, A.J.; HUMPHRIES, B.J. The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v. 25, n.11, p.1279-86, 1993.

Recebido para publicação em: 27 out. 1997

1a. revisão em: 13 mar. 1998

2a. revisão em: 01 jun. 1998

3a. revisão em: 10 ago. 2001

Aceito em: 06 ago. 2001

ENDEREÇO: Carlos Ugrinowitsch
Escola de Educação Física e Esporte - USP
R. Prof. Mello Moraes, 65
05508-900 São Paulo - SP - BRASIL