

PONTO DE VISTA

MONITORIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO TREINAMENTO DE FORÇA MONITORING AND EVALUATION OF STRENGTH TRAINING

Steven J. Fleck

U.S. Olympic Committee

Testes para avaliação de ganho em força e potência para mensurar a eficácia de um programa de treinamento de resistência de força são fáceis de executar. Testes com esse objetivo podem ser na forma de testes de campo como, por exemplo, o teste de repetições máximas utilizando exercícios comuns de resistência, ou mais sofisticado como o teste de isocinético de torque em um movimento. Em ambos os casos, este tipo de avaliação pode determinar se ocorreram ganhos de força e potência. Entretanto os pontos mais importantes, ou a questão real, é se poderia ocorrer um aumento da performance esportiva devido ao aumento na força e na potência. Testes de habilidade máxima no salto vertical ou "sprints" curtos máximos, podem indicar se a performance motora foi aumentada. Entretanto, a determinação da ocorrência de um aumento da performance esportiva requer testes idealizados especificamente para mensurar o rendimento (produção de potência) durante a performance esportiva real ou movimentos relacionados ao esporte. Nós temos vários exemplos de experiências para determinar a relação entre a produção de potência e performance real desenvolvida pela Divisão de Ciência do Esporte do Centro Olímpico dos Estados Unidos.

BOXE

O boxe é um esporte que tradicionalmente

Tests to evaluate gains in strength and power to assess the effectiveness of a resistance training program are easy to perform. Tests for this purpose can be in the form of field tests such as repetition maximum testing of common resistance exercises or more sophisticated such as isokinetic testing of torque in a movement. In either case this type of testing may determine whether gains in strength and power have occurred, however the real question is whether an increase in sports performance may occur due to increases in strength and power. Tests of maximal vertical jumping ability or maximal short sprints can indicate if motor performance has been enhanced. However, to determine if increased sports performance has occurred requires tests specifically designed to determine power output during sports related movements or actual sports performance. The following are several examples of attempts to determine the relationship between power output and actual sports performance carried out by the Division of Sports Science of the U.S. Olympic Committee.

BOXING

Boxing is a sport that traditionally does not use resistance training in an attempt to increase performance. However, resistance training could be used to

não usa o treinamento de resistência para melhorar a performance. Entretanto, o treinamento de resistência pode ser usado para aumentar a velocidade e endurance do soco ou a habilidade de desferir socos em um determinado período de tempo. Durante um treinamento de 2 semanas de modo experimental, atletas da equipe americana de boxe ($n=24$) executariam um treinamento de resistência constituindo-se de circuito de pesos com resistência comum e exercícios com "medicine ball" (Dengel et al 1987). Ambos os treinamentos foram executados 3 vezes por semana. O treinamento em circuito consistiu na execução de 3 circuitos, com 12 exercícios. Todas as séries foram executadas ao número de 15 repetições máximas. Os exercícios utilizados foram o supino, remada, laterais, oblíquos, extensões de tríceps, exercícios para o pescoço, elevação lateral de ombros, roscas, "twist" russo, abdominais e "leg press". Os exercícios com "medicine ball" incluíram passagem de costas para costas, passagem sob os braços, passagem na altura do tórax, passagem sobre o braço, passagem de peito na posição sentado, passagem em rotação na posição em pé, arremessos curtos máximos, arremessos para altura máxima, salto para frente e laterais sobre o "medicine ball" comum. Antes e após o treinamento a velocidade do soco de mão esquerda/direita e a endurance do soco nas duas mãos foram determinados. A velocidade de um impacto aplicado em uma bolsa para socos, foi medida com um sistema foto elétrico de controle de tempo, acoplado a um computador. A endurance do soco foi definida como o número de socos aplicados em um pesado saco de impacto durante um período de 30 segundos (teste 1) seguido de 30 segundos de descanso e depois 30 segundos de socos (teste 2). Os resultados são mostrados na tabela abaixo:

Velocidade de Impacto (metros/segundos)	Pré	Pós
Mão Direita	7,6 $\pm$ 1,1	9,7 $\pm$ 1,4*
Mão Esquerda	7,4 $\pm$ 1,4	9,8 $\pm$ 1,5*
Endurance de Impacto (socos em 30 segundos)		
Teste 1	134,5 $\pm$ 18,0	147,9 $\pm$ 18,8*
Teste 2	121,2 $\pm$ 12,9	131,8 $\pm$ 21,8*

aumento significativo*($p \leq 0,05$)

increase punch velocity and punch endurance or the ability to deliver punches in a set period of time. During a 2 week training camp potential members of the U.S. National Boxing Team ($N=24$) performed resistance training consisting of circuit weight training using common resistance exercises and medicine ball exercises (Dengel et al. 1987). Both types of training were performed 3 times per week. Circuit weight training consisted of performing 3 circuits of 12 exercises. All sets of each exercise were performed at a 15 repetition maximum. The exercises performed were bench press, upright rows, lat pulldowns, triceps extensions, neck exercise, good mornings, lateral shoulder raises, arm curls, Russian twists, abdominal crunches, lunges and the leg press. Medicine ball exercises included back to back pass, under arm pass, chest pass, overhead pass, seated chest pass, standing rotational pass, shot put throws, for maximal height, forward and lateral jumps over the medicine ball and relays. Pre and post of the training camp right and left hand punch velocity of a jab and punch endurance of both hands were determined. Punch velocity of a jab delivered to a heavy punching bag were measured with photo electric timing system interfaced to a computer. Punch endurance was defined as the number of body punches thrown at a heavy bag during a 30 second period (test 1) followed by 30 seconds of rest and then another 30 seconds of punching (Test 2). The results of the testing is depicted below:

Punch Velocity (meters/second)	Pre	Post
Right Hand	7.6 $\pm$ 1.1	9.7 $\pm$ 1.4*
Left Hand	7.4 $\pm$ 1.4	9.8 $\pm$ 1.5*
Punch Endurance (punches in 30 seconds)		
Test 1	134.5 $\pm$ 18.0	147.9 $\pm$ 18.8*
Test 2	121.2 $\pm$ 12.9	131.8 $\pm$ 21.8*

* = significant improvement ($p \leq 0.05$)

The results of the testing indicate resistance training can significantly improve tests of boxing performance and should be a regular part of conditioning for boxing.

Os resultados dos testes indicaram que o treinamento de resistência pode melhorar significativamente os testes de desempenho no boxe e deveriam ser uma parte regular do condicionamento para o boxe.

LUGE OU TRENÓ BAIXO

Luge é um esporte de inverno no qual o objetivo é cobrir um determinado percurso, parecido como o "bob run", em um período de tempo o mais curto possível. 60% da variação no tempo no luge é explicado pela velocidade atingida imediatamente após o início. O movimento para o início envolve predominantemente o movimento de tração do ombro, cotovelo e região lombar. O propósito deste projeto foi desenvolver um teste específico para o esporte que medisse força da parte superior do corpo e potência relativa à habilidade de iniciar o luge (Langel et al 1989). Seis indivíduos do sexo masculino e três do sexo feminino membros da equipe norte-americana de luge foram utilizados neste estudo. As velocidades do exercício foram determinadas durante simulação de partidas reais, utilizando uma rampa de saída, um trenó baixo montado sobre rodas e um sistema foto-elétrico de controle de tempo. A força isocinética de pico a 0,9; 1,8; 2,7; 3,6 e 4,5 metros por segundo foi determinado usando um banco biocinético de natação (Isokinetic Inc. Albany CA) modificado para que o movimento de partida do luge pudesse ser executado. As velocidades médias de partida para atletas do sexo masculino e femininos foram de $3,77 \pm 0,23$ e $2,80 \pm 0,19$ metros por segundo, respectivamente. A força de pico para os atletas masculinos e femininos foram de $362,8 \pm 36,0$ e $266,8 \pm 23,6$ Newtons a 0,9 metros por segundo, para $157,8 \pm 53,4$ e $105,4 \pm 34,7$ Newtons a 4,5 metros por segundo, respectivamente. As correlações entre velocidade e saída e pico máximo de força isocinético a 0,9; 1,8; 2,7; 3,6 e 4,5 metros/seg. foram 0,98; 0,97; 0,95 e 0,71, respectivamente. A baixa correlação entre a velocidade de partida e a força de pico a 4,5 metros por segundo está provavelmente relacionada à especificidade da velocidade. Os resultados indicam que a velocidade de partida é fortemente relacionada às capacidades de força de pico e que os atletas de luge deveriam

LUGE

Luge is a winter sport in which the object is to travel a set course, similar to a bob run, in as short a period of time possible. Sixty percent of the variance in luge times is explained by the velocity immediately after the start. The movement in the start predominantly involves a pulling motion of the shoulder, elbow and lumbar regions. The purpose of this project was to develop a sports specific test that measured upper body strength and power that was related to luge starting ability (Dengel et al. 1989). Six male and three female members of the U.S. luge team served as subjects in this study. Luge starting velocities were determined during actual luge starts using a starting ramp, a luge mounted on wheels and a photo-electric timing system. Isokinetic peak force at 0.9, 1.8, 2.7, 3.6 and 4.5 meters per second was determined using an Isokinetic Swim Bench (Isokinetic Inc., Albany CA.) modified so a luge starting motion could be performed. Mean start velocities for the male and female luges were (mean $\pm$ SD) 3.77 ± 0.23 and 2.80 ± 0.19 meters/second, respectively. Peak force for the male and female athletes ranged from 362.8 ± 36.0 and 266.8 ± 23.6 Newtons at 0.9 meter/second to 157.8 ± 53.4 and 105.4 ± 34.7 Newtons at 4.5 meters/second, respectively. Correlations for all subjects between start velocity and isokinetic peak force at 0.9, 1.8, 2.7, 3.6 and 4.5 meters/second were 0.98, 0.97, 0.97, 0.95 and 0.71 respectively. The low correlation between start velocity and peak force at 4.5 meters/second is probable related to speed specificity. The results indicate that start velocity is strongly related to peak force capabilities and that luges should resistance train to increase force capabilities of the muscles involved in starting. A second aspect of this project was to examine the relationship between start velocity and various physical test currently used by the luge team to indicate physical fitness. The correlations between the tests and start velocity are depicted below:

treinar resistência a fim de aumentar as capacidades de força muscular envolvidas na partida.

Um segundo aspecto deste projeto é examinar a relação entre a velocidade de partida e vários testes físicos normalmente usados pela equipe de luge para indicar a aptidão física. As correlações entre os testes e a velocidade de partida são descritas abaixo:

CORRELAÇÕES ENTRE VELOCIDADE E TESTES DE APTIDÃO FÍSICA

	MULHER	HOMEM
Peso Corporal	0,71	0,93
% Gordura	0,96	0,65
Flexão de Braço	-0,03	0,60
Abdominal	0,74	-0,72
Sentar e Alcançar	-0,57	0,52
Salto Vertical	-0,94	-0,70
Corrida uma Milha	0,08	0,29

A interpretação destas correlações indicam que o peso corporal tanto com relação à massa corporal magra ou ao peso de gordura são importantes para a partida e que a maioria de testes de aptidão tem pouca ou nenhuma relação com a habilidade de partida nesse esporte. Entretanto essas medidas de aptidão geral não são adequadas para serem incluídas em baterias de testes para determinação do potencial individual para o luge.

TAE-KWON - DO

É um esporte de combate envolvendo socos e chutes contra o oponente. O objetivo deste estudo foi determinar as relações entre a força de chute, velocidade do movimento e o torque isocinético de vários movimentos do joelho e do quadril. Onze atletas masculinos e femininos, membros da equipe americana campeões mundiais e 8 atletas de elite de Tae-kwon-do foram avaliados para este estudo (Conker et al 1988). A velocidade do chute e força foram determinados para os chutes frontais direito, esquerdo, de lado, de costas e com giros laterais. A velocidade foi medida utilizando células foto-elétricas acopladas a um computador e força usando um protótipo composto por um

CORRELATIONS BETWEEN START VELOCITY AND FITNESS TESTS

	WOMEN	MEN
Body Weight	0.71	0.93
% Fat	0.96	0.65
Push ups	-0.03	0.60
Sit ups	0.74	-0.72
Sit & Reach	-0.57	0.52
Vertical Jump	-0.94	-0.70
Mile Run	0.08	0.29

The interpretation of these correlations would indicate that body weight whether lean body mass or fat weight is important to the start and that the majority of the fitness tests have little or no relationship to start ability in lugeing. Therefore, these general fitness measures may not be appropriate to include in a battery of tests to determine an individual potential for the luge.

TAEKWONDO

Taewondo is a combative sport involving punching and kicking of the oponent. The purpose of this study was to determine the relationships between kicking force, velocity of movement and isokinetic torque of various knee and hip movements. Eleven male and female members of the U.S. 1987 World Championship Taekwondo Team and eight other elite Taekwondo athletes served as subjects for this study (Conkel et al., 1988). Kick velocity and force were determined for the right and left front, side, back and roundhouse kicks. Velocity was measured using photo electric cells interfaced to a computer and force using a prototype device consisting of piezoelectric film bonded to lexan attached to a heavy punching bag. Knee extension torque was determined at 2.1, 3.4, 4.2 and 5.2 radians/seconds and hip extension and flexion at 4.2 and 5.2 radians/second using conventional isokinetic testing equipment.

Mean kick velocities ranged from 6.34 (side-kick, left leg) to 14.64 meters/second (round-house kick, right leg). Mean impact force ranged from 241.6

filme ptezeléptico, acoplado a um saco de impactos resistente. O torque de extensão de joelho foi determinado a 2,1; 3,41; 4,2 e 5,2 radianos por segundo e a extensão e flexão do quadril a 4,2 e 5,2 radianos por segundo, usando um equipamento convencional para testes isocinéticos.

As velocidades médias de chute variaram de 6,34 (chute de lado e perna esquerda) a 14,64 metros por segundo (chute com giro da perna direita). A força média de impacto variou de 241,6 (chute frontal e perna direita) a 469,9 Newtons/metro (chute com giro e perna direita). Correlações positivas significantes foram demonstradas entre velocidade e a força de chute ($r=0,41$ a $0,79$) para todos os chutes, exceto o frontal. Extensão de joelho e flexão de quadril medido pelo torque isocinético tiveram valores significantes relacionados à velocidade ($r=0,46$ a $0,89$) e à força ($0,51$ a $0,61$) para todos os chutes. Valores de torque durante a extensão de joelho e flexão de quadril foram significantes quando relacionados à velocidade durante os chutes frontais e de costas ($r=0,49$ a $0,69$). O torque de extensão de quadril foi significativo quando relacionado com a velocidade e força de costas e chutes com giros ($r=0,51$ a $0,56$). Os resultados indicam que atletas de taekwondo deveriam treinar para aumentar tanto a extensão de joelho quanto a flexão de quadril em altas velocidades de movimento.

ANDEBOL

A velocidade de bola é um dos determinantes de sucesso na tentativa de alcançar um gol no time de andebol. A velocidade de bola é sempre em parte determinada pela técnica de arremesso e parte sobre a força potência dos músculos envolvidos no movimento de arremesso. O propósito deste estudo foi determinar a existência de uma relação entre a velocidade da bola e o torque isocinético de movimentos da parte superior do tronco. Foram selecionados indivíduos da equipe norte-americana olímpica de andebol. A velocidade da bola foi determinada em 04 tentativas de uma série de arremessos com salto, usando técnicas-padrão de filmagem biomecânica a 100 quadros por segundo. O torque isocinético de pico foi determinado para a extensão e flexão de cotovelo, extensão e flexão de ombro, adução e abdução

(front kick, right leg) to 469.9 Newton meters (round-house kick, right leg). Significant positive relationships were demonstrated between velocity and force of kick ($r=0.41$ to 0.79) for all kicks except the front kick. Knee extension and hip flexion isokinetic torque were significantly related to velocity ($r=0.46$ to 0.89) and force ($r=0.51$ to 0.61) for all kicks. Torque during knee extension and hip flexion were significantly related to velocity during front and back kicks ($r=0.49$ to 0.69). Hip extension torque was significantly related to velocity and force of back and round-house kicks ($r=0.51$ to 0.56). The data indicate that Taekwondo athletes should train to increase both knee extension and hip flexion torque at high speeds of movement.

TEAM HANDBALL

Ball velocity is one determinant of success when attempting to score a goal in team handball. Ball velocity is in part determined by throwing technique and partly upon strength/power of the muscles involved in the throwing motion. The purpose of this project was to determine if a relationship exists between ball velocity and isokinetic torque of selected upper body movements. Eleven members of the Men's U.S. Olympic Team Handball Training Squad served as subjects. Ball velocity was determined for four trials of a set and jump shot using standard biomechanical filming techniques at 100 frames per second. Peak isokinetic torque was determined for elbow extension and flexion, shoulder extension and flexion, shoulder horizontal adduction and abduction and shoulder internal and external rotation. All testing was performed at the velocities of movement of 180, 240 and 300 degrees per second. Correlations were performed between peak torque of the movements tested and peak ball velocity of the set and jump shot. Correlations were considered significant at the 0.05 alpha level.

The data demonstrate that torque capabilities of the muscles involved in shoulder horizontal abduction, shoulder flexion and elbow extension have a relationship to set shot peak ball velocity.

horizontal de ombro e rotações interna e externa de ombro. Todos os testes foram desempenhados à velocidade de movimento de 180, 240 e 300 graus por segundo. Foram feitas as correlações entre o torque de pico de movimento testados e a velocidade de pico da bola em série de arremessos com salto. O nível de significância adotado foi de 0,05.

Os dados demonstram que as capacidades de torque dos músculos envolvidos na abdução horizontal do ombro, flexão e extensão do ombro têm uma relação com o pico de velocidade de bola no arremesso simples. A capacidade de torque nos rotatores internos do ombro, extensores de cotovelo, flexores de cotovelo e adutores horizontais de ombro, mostram uma relação mais forte com o pico de velocidade no arremesso com salto.

Os flexores de cotovelo não são motores primários no movimento do arremesso com salto. A relação entre a capacidade de torque entre os flexores do cotovelo e a velocidade de pico da bola no arremesso com salto, pode conseqüentemente estar relacionados à habilidade de desacelerar o membro sem lesões após a soltura da bola.

Os dados indicam que um programa de resistência pode melhorar a velocidade do arremesso no andebol que deve ter como um de seus objetivos o fortalecimento dos músculos envolvidos nos movimentos que mostram a relação da velocidade de pico de arremesso simples com o salto.

CORRELAÇÕES SIGNIFICATIVAS ENTRE SÉRIE DE ARREMESSOS. VELOCIDADE DA BOLA E TORQUE MÁXIMO

MOVIMENTO	VELOCIDADE (graus/seg.)	r
Extensão Cotovelo	240	.63
Extensão Cotovelo	300	.65
Flexão Ombro	300	.63
Abdução Horizontal Ombro	180	.75
Abdução Horizontal Ombro	240	.84
Abdução Horizontal Ombro	300	.65

Torque capabilities of the shoulder internal rotators, elbow extensors, elbow flexors and shoulder horizontal adductors show the strongest relationships to jump shot peak ball velocity. The elbow flexors are not prime movers in the throwing motion of the jump shot. The relationship between torque capabilities of the elbow flexors and peak ball velocity of the jump shot may therefore be related to the ability to decelerate the limb without injury after release of the ball. The data indicate that a resistance training program to improve throwing velocity of a handball should have as one of its goals strengthening of the muscles involved in the movements showing relationships to peak throwing velocity of the set and jump shots.

SIGNIFICANT CORRELATIONS BETWEEN SET SHOT BALL VELOCITY AND PEAK TORQUE

MOVEMENT	Velocity (degrees/sec)	r
Elbow Extension	240	.63
Elbow Extension	300	.65
Shoulder Flexion	300	.63
Shoulder Hor.Abd.	180	.75
Shoulder Hor.Abd.	240	.84
Shoulder Hor.Abd.	300	.65

SIGNIFICANT CORRELATIONS BETWEEN JUMP SHOT BALL VELOCITY AND PEAK TORQUE

Movement	Velocity (degrees/sec)	r
Elbow Extension	180	.76
Elbow Extension	240	.76
Elbow Extension	300	.76
Elbow Flexion	180	.77
Elbow Flexion	240	.77
Elbow Flexion	300	.80
Shoulder Extension	180	.64
Shoulder Extension	240	.70
Shoulder Extension	300	.63
Shoulder Int.Rot.	180	.78
Shoulder Int.Rot.	240	.67
Shoulder Int.Rot.	300	.72
Shoulder Hor.Abd.	180	.60
Shoulder Hor.Abd.	240	.61
Shoulder Hor.Abd.	180	.69
Shoulder Hor.Abd.	240	.71
Shoulder Hor.Abd.	300	.72

**CORRELAÇÕES SIGNIFICANTES ENTRE ARREMesso
COM SALTO, VELOCIDADE DA BOLA E TORQUE
MÁXIMO**

MOVIMENTO	VELOCIDADE (graus/seg.)	r
Extensão Cotovelo	180	.76
Extensão Cotovelo	240	.76
Extensão Cotovelo	300	.76
Flexão Cotovelo	180	.77
Flexão Cotovelo	240	.77
Flexão Cotovelo	300	.80
Extensão Ombro	180	.64
Extensão Ombro	240	.70
Extensão Ombro	300	.63
Rotação Interna de Ombro	180	.78
Rotação Interna de Ombro	240	.67
Rotação Interna de Ombro	300	.72
Adução Horizontal Ombro	180	.60
Adução Horizontal Ombro	240	.61
Adução Horizontal Ombro	180	.69
Adução Horizontal Ombro	240	.71
Adução Horizontal Ombro	300	.72

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. CONKEL, B.S.; BRAUCHT, J.; WILSON, W.; PIETER, W.; TAAFFE, D.; FLECK, S.J. and KEARNEY, J.T. Isokinetic Torque, Kick Velocity and Force in Taekwondo. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 20:55, 1988.
02. DENGEL, R.R.; GEORGE, T.W.; BAINBRIDGE, C.; FLECK, S.J.; P.J. VAN HANDLE and KEARNEY, J.T. Training Responses in National Team Boxers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 19: S47, 1987.
03. DENGEL, D.R.; GEORGE, T.W.; RICHARDS, J.G.; and KEARNEY, J.T. Importance of Upper Body Strength in Lugers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 21:S65, 1989.

ENDEREÇO DO AUTOR / AUTHOR ADDRESS

Steven J. Fleck
Sports Science
U.S. Olympic Committee
1750 East Boulder Street
Colorado Springs, Colorado 80909

Aylton José Figueira Júnior
Marialice de Castro Vatauvuk [Inglês]