

Alexandre dos Santos Cabral

**A Relação entre Força Muscular e
Capacidade Anaeróbia em Crianças Treinadas
do Sexo Masculino**

Belo Horizonte
2004

Alexandre dos Santos Cabral

**A Relação entre Força Muscular e
Capacidade Anaeróbia em Crianças Treinadas
do Sexo Masculino**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

**Área de Concentração:
Treinamento Esportivo
Orientador: Prof. Dr. Luciano
Sales Prado**

**Belo Horizonte
Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
2004**

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Programa de pós-graduação em educação Física: Treinamento Esportivo

Dissertação intitulada “*A Relação entre Força Muscular e Capacidade Anaeróbia em Crianças Treinadas do Sexo Masculino*”, de autoria do mestrando Alexandre dos Santos Cabral, aprovada às 14h30min em 14 de setembro de 2004, por defesa pública, pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Dr. Ênio Roberto Pietra Pedroso
Faculdade de Medicina - UFMG

Prof. Dr. Hans Joackim Menzel
Escola de Educação Física, Fisioterapia e
Terapia Ocupacional – UFMG

Prof. Dr. Luciano Sales Prado
Escola de Educação Física, Fisioterapia e
Terapia Ocupacional – UFMG
(Orientador)

DEDICATÓRIA

A meu avô, **JOSÉ CABRAL**, eterno exemplo de bondade, carinho, amor e respeito ao próximo. Neste momento importante em minha vida, a sua ausência é irreparável mas, ao mesmo tempo, é fonte de força e proteção.

À minha Princesa, **LAURIANE**, pelo amor, carinho, pelo apoio em todos os momentos. É quem me auxilia nos momentos difíceis... quando eu sozinho desistiria....

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida e pela esperança nos momentos de dificuldade.

Ao Professor e amigo Dr. Luciano Sales Prado, por acreditar no meu potencial e pelas horas de dedicação na orientação deste trabalho.

Ao professor Dr. Hans Joackim Menzel, pelo interesse e pronta disponibilidade para integrar a banca examinadora desta Dissertação.

Ao professor Dr. Ênio Roberto Pietra Pedroso, professor exemplar, pela influência na minha formação acadêmica e pessoal e, pela disponibilidade e interesse em integrar a banca examinadora.

Ao meu irmão e amigo André Cabral, pelos conselhos, conhecimentos científicos e, pela ajuda em minha formação acadêmica e em todos os momentos difíceis.

Aos meus pais, Dezinho e Terezinha, motivos de orgulho e dedicação. Que me ensinaram a viver de maneira digna e honesta e, apesar de todas as dificuldades, sempre me incentivaram estudar.

Aos professores, colegas e funcionários da Escola de Educação Física e do Curso de Mestrado, pelo convívio e apoio.

Aos atletas voluntários, pela grande colaboração, sem a qual a realização deste estudo não seria possível.

Aos responsáveis pelas escolinhas do Clube Atlético Mineiro, principalmente ao Bruno, Varley, Everton e Toninho pela grande colaboração na realização deste trabalho.

Aos amigos Alexandre Alves, Bruno, Rauno, Cristiano e Carlos pela ajuda na coleta dos dados.

Aos meus companheiros de trabalho, Everton, Varley e Bruno pela compreensão da importância deste projeto.

Aos amigos Cleversom e André Pires, pela ajuda na organização deste trabalho.

À minha esposa, Lauriane, pela paciência, incentivo e ajuda na elaboração e correção desta Dissertação.

Enfim, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, me ajudaram na realização deste sonho, que hoje se faz realidade.

RESUMO

O objetivo foi estudar a correlação entre a força muscular e o desempenho de crianças masculinas treinadas ao realizar exercício supramáximo de curta duração, avaliando-se em cicloergômetro, em intensidade máxima com 15 s de duração, por intermédio dos testes de impulsão vertical e de avaliação isocinética da força muscular. Foram estudados 16 rapazes pré-púberes saudáveis, praticantes de futebol de campo, com idade média de $12,1 \pm 0,7$ anos. Após a realização de medidas antropométricas, os voluntários foram submetidos a três momentos de atividades: exercício em intensidade subjetiva máxima (EISM) no cicloergômetro, com duração de 15s; exercício concêntrico de extensão de joelho em dinamômetro isocinético nas velocidades angulares de 60 graus/seg e 180 graus/seg (ISOtest 60 e ISOtest 180); exercício de salto vertical tipo Squat Jump (SJ) e Counter Movement Jump (CMJ) sobre um tapete de contato.

As variáveis mensuradas foram: no EISM, Potência média (Pmed, [W]), Potência média relativa (Pmed rel, [$W \cdot Kg^{-1}$]), Potência pico (Ppico, [W]), Potência pico relativa (Ppico rel, [$W \cdot kg^{-1}$]), Tempo para alcançar a potência pico (Tppico, [s]); no ISOtest 60 e 180, Torque máximo (Torque Max, [N.m]), Torque máximo relativo (Torque max rel, [%]), Tempo para alcançar o torque máximo, (Ttorque Max, [mseg]), Trabalho (Trab, [J]), Trabalho relativo (Trab rel, [%]) e Potência média Isocinética (Pmed Isso, [W]); no SJ e CMJ, a altura dos saltos[cm].

Foram observadas correlações de Pearson significativas, mas moderadas, entre [La] e o desempenho no cicloergômetro (Ppico x [La], $r = 0,67$ e Ppico rel

x [La], $r= 0,74$). Alguns parâmetros de desempenho estudados no ISOtest 60 e ISOtest 180, entretanto, foram altamente correlacionados com o desempenho no cicloergômetro como: Torque Max x Pmed ($r=0,93$), Torque Max x Ppico ($r=0,94$); Trab x Pmed ($r=0,88$), Trab x Ppico ($r=0,89$); Pot med Iso x Pmed ($r=0,87$), Pot med Iso x Ppico ($r=0,89$), no ISOtest 180 e, Torque Max x Pmed ($r=0,86$), Torque Max x Potpico ($r=0,89$), Pot med Iso x Pmed ($r=0,84$) e Pot Med Iso x Ppico ($r=0,86$), no ISOtest 60. Todas estas correlações citadas entre o desempenho no ISOtest 60 e ISOtest 180 com o desempenho no EISM foram significativas a $p < 0,0001$.

O desempenho no exercício isocinético foi correlacionado com o desempenho no EISM, na maioria das vezes.

Também foram observadas correlações moderadas entre o desempenho nos saltos verticais estudados (SJ e CMJ) e no ISOtest 60 e ISOtest 180.

O desempenho em testes de capacidade anaeróbia no cicloergômetro, quando aplicados em populações pediátricas, pode ser significativamente influenciado por fatores associados à força muscular e padrões de recrutamento neural, além da capacidade metabólica de gerar energia anaerobiamente.

ABSTRACT

The aim was to study the correlation between muscle strength and performance of male children trained to perform short-term supramaximal exercise, evaluating on a cycle ergometer at maximum intensity with 15 s duration, through these vertical jump and isokinetic muscle strength. We studied 16 healthy prepubertal boys, who play soccer field, with an average age of 12.1 ± 0.7 years. After carrying out anthropometric measurements, the volunteers underwent three stages of activity: exercise in subjective intensity maximum (Eisma) on a cycle ergometer, lasting 15s; concentric exercise of knee extension at the isokinetic angular velocities of 60 deg / sec and 180 degrees / sec (ISOTEST ISOTEST 60 and 180), vertical jump exercise type Squat Jump (SJ) and Counter Movement Jump (CMJ) on a contact mat. The variables measured were: in Eisma, average power (P_{med} [W]), relative mean power ($P_{med\ rel}$, [W kg⁻¹]), Power (P_{peak} [W]), relative peak power (PIP_{rel} [W.kg⁻¹]), time to reach peak power (T_{ppico} [s]); ISOTEST in 60 and 180, Torque (Max Torque [Nm]), relative maximum torque (Torque max rel, [%]), time to achieve the maximum torque ($T_{torque\ Max}$ [ms]), Job (Job [J]), Work Related (Job rel [%]) and average power Isokinetic ($P_{med\ This}$ [W]) in SJ and CMJ, the height of jumps [cm].

Pearson correlations were significant, but moderate, between [La] and performance on a cycle ergometer ($PIP \times [La]$, $r = 0.67$ and $x_{rel} PIP [La]$, $r = 0.74$). Some performance parameters studied in ISOTEST ISOTEST 60 and 180, however, were highly correlated with performance on the cycle ergometer as: $x P_{med} \times Max\ Torque$ ($r = 0.93$), $Max\ Torque \times PIP$ ($r = 0.94$); $Job \times P_{med}$

($r = 0.88$), x Job PIP ($r = 0.89$); Pot med Iso Pmed x ($r = 0.87$), Pot med Iso x PIP ($r = 0.89$), and 180 in ISOTEST , x Pmed Max Torque ($r = 0.86$), x Potpico Max Torque ($r = 0.89$), Pot med Iso Pmed x ($r = 0.84$) and Iso Med Pot x PIP ($r = 0.86$) in ISOTEST 60. All these aforementioned correlations between performance on ISOTEST ISOTEST 60 and 180 with the performance Eisma were significant at $p < 0.0001$.

The isokinetic exercise performance was correlated with performance on Eisma, most of the time.

Also moderate correlation was found between studied performance in vertical jumps (CMJ and SJ) and ISOTEST ISOTEST 60 and 180. The performance on tests of anaerobic capacity in cycle ergometer, when applied to pediatric populations, may be significantly influenced by factors associated with muscle strength and neural recruitment patterns and the ability to generate metabolic energy anaerobically.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Classificação das fibras musculares.....	23
TABELA 2: Características estruturais e funcionais dos tipos de fibra muscular.....	24
TABELA 3: Características gerais da amostra.....	61
TABELA 4: Valores de desempenho no EISM e [La].....	62
TABELA 5: Coeficiente de correlação de Pearson entre [La] e desempenho no EISM.....	62
TABELA 6: Variáveis de desempenho no ISOTest 60.....	63
TABELA 7: Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis de desempenho no ISOTest 60 e desempenho noEISM.....	64
TABELA 8: Variáveis de desempenho ISOTest 180.....	66
TABELA 9: coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis de desempenho no ISOTest 180 e desempenho no EISM.....	66
TABELA 10: Variáveis de desempenho no SJ e CMJ.....	68
TABELA 11: Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis de desempenho no ISOTest 60, SJ e CMJ.....	69
TABELA 12: Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis de desempenho no ISOTest 180, SJ e CMJ.....	70

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Músculo estriado esquelético.....	97
FIGURA 2: Aspecto estriado dos músculos esqueléticos.....	98
FIGURA 3: Conseqüências da ativação muscular.....	99
FIGURA 4: A capacidade motora força.....	100
FIGURA 5: Fontes de produção de ATP no músculo.....	101
FIGURA 6: Puberal masculino de Tanner.....	102

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	5
LISTA DE FIGURAS.....	11
SUMÁRIO	12
1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Considerações sobre a força muscular	15
1.1. 2 Definição de força muscular	15
1.1.3 Sistema muscular.....	16
1.1.3.1 Músculos estriados esqueléticos.....	16
1.1.3.2 Contrações musculares	18
1.1.4 Tipos de força muscular	20
1.1.5 Fatores determinantes da força.....	22
1.1.5.1 Fatores morfológicos.....	22
1.1.5.2 Fatores neurais	25
1.1.5.3 Capacidade anaeróbia	26
1.1. 6 Testes de avaliação de força.....	27
1.1. 6.1 O exercício isocinético	27
1.1.6.1.1 Vantagens do exercício isocinético	28
1.1.6.1.2 Relação força-velocidade no exercício isocinético	28
1.1.6.1.3 Relação potência-velocidade no exercício isocinético.....	29
1.1.6.1.4 Variáveis estudadas no exercício isocinético	29
1.2 A capacidade anaeróbia	30
1.2.1 Definição	30
1.2.2 Geração anaeróbia de energia - ATP	31
1.2.3 Vias metabólicas	31
1.2.3.1 Via alática	32
1.2.3.2 Via láctica	33
1.2.4 Fatores determinantes da capacidade anaeróbia	35
1.2.5 Testes para avaliação da capacidade anaeróbia.....	36
1.2.5.1 Testes de salto	37
1.2.5.1.1 Squat Jump (SJ)	38
1.2.5.1.2 Counter Movement Jump (CMJ)	38
1.2.5.2 Teste em Cicloergômetro – (de Wingate).....	39
1.2.6 Capacidade anaeróbia na criança	41
1.2.6.1 Diferenças entre adultos e crianças	41
1.2.7 Avaliação da capacidade anaeróbia em crianças.....	42
1.2.8 O treinamento para aumentar a eficácia anaeróbia em crianças	46
1.2.8.1 Estudos de treinamento em crianças	47
1.2.8.2 Diferenças entre crianças treinadas e não treinadas.....	48
2 OBJETIVO.....	50
3 ATLETAS E MÉTODOS	51

3.1 Cuidados éticos.....	51
3.2 Voluntários	52
3.3 Critérios de inclusão.....	52
3.4 Antropometria.....	53
3.5 Composição corporal.....	53
3.6 Maturação	53
3.7 Avaliação do desempenho físico	54
3.7.1 Testes de impulsão vertical	54
3.7.2 Teste no dinamômetro isocinético (ISOtest).....	54
3.7.3. Exercício de intensidade subjetiva máxima no cicloergômetro (EISM)	57
3.7.3.1 Exercício preparatório	57
3.7.3.2 Exercício propriamente dito.....	58
3.8 Concentração sanguínea de lactato [La]	59
3.9 Cronologia do tratamento experimental.....	60
4 RESULTADOS	61
4.1 - Características gerais da amostra (massa corporal, altura, IMC e idade).....	61
4.2 - Correlação entre concentração sanguínea de lactato [La] e desempenho no Exercício de Intensidade Subjetiva Máxima (EISM)	61
4.3 - Correlação entre as variáveis de desempenho no ISOtest 60 (teste de desempenho muscular no dinamômetro isocinético com velocidade de 60 graus/Seg, média das duas pernas) e desempenho no EISM	63
4.4 - Correlação entre as variáveis de desempenho no ISOtest 180 (teste de desempenho muscular no dinamômetro isocinético com velocidade de 180 graus/seg. média das duas pernas) e desempenho no EISM	65
4.5 - Correlação entre as variáveis de desempenho no ISOtest 60 e desempenho no teste de saltos verticais: Squat Jump (SJ) e Counter Movement Jump (CMJ)	68
4.6 - Correlação entre as variáveis de desempenho no ISOtest 180, SJ e CMJ	70
5 DISCUSSÃO	72
5.1 Correlação entre concentração sanguínea de lactato [La] e desempenho no Exercício de Intensidade Subjetiva Máxima (EISM)	72
5.2 Correlação entre as variáveis de desempenho no ISOtest e no EISM.....	74
5.3 Correlação entre as variáveis de desempenho no ISOtest (60 e 180), SJ e CMJ	78

6 CONCLUSÃO	82
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
8 ANEXOS	96
8.1 ANEXO A	97
8.2 ANEXO B	98
8.3 ANEXO C	99
8.4 ANEXO D	100
8.5 ANEXO E	101
8.6 ANEXO F	102
8.7 ANEXO G	103
8.8 ANEXO H	107

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações sobre a força muscular

A força muscular de um indivíduo é um parâmetro de saúde, e pode ser considerada importante componente da aptidão física em crianças jovens segundo recente classificação do *American College of Sports Medicine (1996)* (BALADY e BERRA, 2003). É ainda, considerada como aspecto fundamental para a obtenção de desempenhos esportivos satisfatórios (EHLLENZ, GROSSER e ZIMMERMANN, 1990). A força é igual à massa de um objeto multiplicada pela aceleração que lhe é imposta ($F = m \times a$; $m =$ massa e $a =$ aceleração). Um newton é a força que dá a uma massa de um quilograma uma aceleração de um metro por segundo ao quadrado (KOTTKE e LEHMANN, 1994).

A força é necessária para que movimentos eficientes possam ocorrer e que indivíduos sejam capazes de realizar as tarefas da vida diária com segurança e equilíbrio (BEUNEN e THOMIS, 2000; GAUL, 1995).

1.1.2 Definição de força muscular

Dentre as várias definições de força muscular salientam-se as de Howley e Franks (2000) que é a capacidade que um músculo tem para exercer tensão contrátil máxima; que para Zakharov (1992), é a capacidade física que se relaciona com a capacidade de superação de resistência externa pelo trabalho muscular. Tubino (1993) define como a qualidade física que permite a um

músculo ou a um grupo muscular produzir uma tensão e vencer uma resistência na ação de empurrar, tracionar ou elevar. Harre e Hauptman (1994) consideram a capacidade de um sujeito vencer ou suportar uma resistência através de contrações musculares. Barbanti (1997) entende como a capacidade de exercer tensão contra uma resistência, o que ocorre por meio de diferentes ações musculares. A força muscular é gerada por um processo complexo que envolve diversas proteínas celulares e sistemas de produção de energia, tendo como resultado o deslizamento do miofilamento de actina pelo de miosina, fazendo com que o músculo gere tensão. A força máxima que pode ser exercida por um grupo muscular é dividida em força estática (isométrica) e dinâmica (isotônica ou isocinética) (KOTTKE e LEHMANN, 1994).

1.1.3 Sistema muscular

Segundo Salter (2001), os músculos esqueléticos, que são mais de 400 no corpo humano, proporcionam postura e movimento ativo ao esqueleto articulado. Sua propriedade básica é a contratilidade, que possibilita a determinado músculo encurtar-se, proporcionar movimento, resistir ao alongamento sem permitir movimento, ou permitir alongar-se enquanto mantém sua tensão.

1.1.3.1 Músculos estriados esqueléticos

Os músculos estriados esqueléticos constituem a maior parte do volume muscular corporal e recebem esta denominação por se fixarem, na sua maioria,

ao esqueleto e serem responsáveis por seu movimento (WILMORE e COSTILL, 2001).

Os músculos podem ser divididos de acordo com o movimento que executam em: AGONISTAS - produzem movimento específico através da ação muscular de modo concêntrico; ANTAGONISTAS - são responsáveis pela oposição à ação muscular concêntrica do agonista e, SINERGISTAS - músculos auxiliares na ação muscular concêntrica do agonista (ENOKA, 2000).

Segundo Wilmore e Costill (2001), pode-se apresentar a microestrutura do músculo estriado esquelético conforme a FIG.1 (ANEXO A)

O músculo é formado por fibras musculares, cada uma delas constituída por uma célula de tecido muscular. O citoplasma de uma fibra muscular é preenchido principalmente por filamentos de actina e miosina, denominados conjuntamente de miofilamentos. Estes miofilamentos apresentam faixas transversais claras e escuras que se alternam ao longo de seu comprimento. Estas faixas, por sua vez, resultam de uma disposição altamente organizada das moléculas de actina (filamentos finos) e miosina (filamentos grossos); que constituem o aspecto estriado típico dos músculos esqueléticos conforme FIG. 2 (ANEXO B). As regiões mais claras e mais escuras das fibras musculares são conhecidas como bandas I e A, respectivamente. A região central da banda I possui uma linha bem evidente denominada de Z. A banda A possui no centro uma zona mais clara chamada de H. Essa zona pode aparecer mais estreita ou mais larga, dependendo do grau de contração do músculo. A região compreendida entre duas linhas Z é a unidade estrutural do músculo estriado,

denominada de sarcômero. No centro do sarcômero estão os filamentos de miosina. As extremidades de cada filamento de miosina ficam entre as extremidades dos filamentos de actina.

1.1.3.2 Contrações musculares

A contração do músculo ocorre quando o comprimento de suas fibras musculares diminui conforme FIG. 2 (ANEXO B). É causada pela sobreposição dos filamentos de actina e miosina, ocasionando o encurtamento do sarcômero (ENOKA, 2000). São necessárias duas condições principais para que os filamentos de actina deslizem entre os de miosina e ocorra a contração muscular: a presença de ATP (trifosfato de adenosina) e de íons cálcio (ENOKA, 2000). O estímulo neural chega à fibra muscular e estimula as bolsas do retículo sarcoplasmático a liberarem íons cálcio. As moléculas de miosina, em presença de íons cálcio livres, no citoplasma muscular, acionam a liberação de energia das moléculas de ATP que promovem o movimento dos filamentos de actina em direção ao centro do sarcômero. O aumento da concentração de íons cálcio no interior do sarcômero inicia a contração muscular. As miofibrilas no interior da fibra muscular contraem-se simultaneamente, provocando seu encurtamento e a conseqüente contração do músculo. Ao atingir a despolarização termina o estímulo. Ao cessar o estímulo, o cálcio é removido e retorna através de um processo ativo para o interior do retículo sarcoplasmático, promovendo o relaxamento muscular (POWERS e HOWLEY, 2000).

O tecido muscular desenvolve força em resposta a um estímulo elétrico, quando o músculo contrai. A força geradora de movimento é aplicada nos ossos nos quais o músculo está fixado, resultando como efeito um torque sobre a articulação entre os ossos. A ação resultante depende do grau de estimulação do músculo e da força desenvolvida (FLECK e KRAEMER, 1999).

Segundo Kraemer e Häkkinen (2004), as ações musculares podem ser classificadas da seguinte forma. (FIG. 3, ANEXO C).

a) Estáticas: quando não ocorre movimento.

- Isométricas: o torque produzido pelo músculo será oposto a outro torque igual, e nenhum movimento articular ocorrerá.

b) Dinâmicas: resultam em movimento.

- Concêntricas: o torque produzido pelo músculo será maior que o torque da resistência ao movimento, e os ossos se moverão enquanto o músculo encurta.

- Excêntricas: o torque produzido pelo músculo será oposto a outro torque maior em oposição à ação muscular, e os ossos mover-se-ão enquanto o músculo é alongado por esta resistência.

c) Ciclo alongamento-encurtamento (CAE): ocorre espontaneamente, onde uma ação concêntrica é freqüentemente precedida por uma ação excêntrica.

Schmidtbleicher (1992) classifica as seguintes formas de trabalho muscular:

- Isométrico: ação contra uma resistência sem aproximação da origem e da inserção do músculo. A tensão muscular provoca um torque igual ao torque produzido pela resistência.
- Concêntrico: forma de contração contra uma resistência em que ocorre a aproximação da origem e da inserção do músculo, sendo vencida a resistência. A tensão muscular provoca um torque maior que o torque produzido pela resistência.
- Excêntrico: forma de movimento contra uma resistência em que ocorre o distanciamento da origem e da inserção do músculo. A tensão muscular provoca um torque menor que o torque produzido pela resistência.
- Ciclo de alongamento-encurtamento (CAE): é constituído pela sequência de uma fase excêntrica e uma concêntrica em que ocorrem processos de pré-ativação, reflexo de estiramento e aproveitamento da energia elástica armazenada. Esta ação é dependente das demais, não sendo uma simples combinação de trabalho excêntrico e concêntrico.

1.1.4 Tipos de força muscular

Segundo Weineck (2000), a força pode ser dividida em vários tipos, de acordo com a forma de observação:

“...a) sob o aspecto da parcela do volume muscular total envolvido, tem-se a força geral, que é o nível de força desenvolvido pelos principais grupos musculares (musculatura do tronco e das extremidades), e a força local, que é o nível de força desenvolvido por músculos isolados.

b) sob o aspecto da especificidade da modalidade esportiva, a força geral é aquela que compreende a força dos principais grupos musculares, independente da modalidade esportiva. Já a força especial abrange aqueles grupos musculares, determinantes do desempenho, que participam de uma seqüência de movimentos esportivos.

c) sob o aspecto do tipo de trabalho do músculo, a força dinâmica é o trabalho muscular que leva a uma contração ou relaxamento onde ocorre uma alteração de comprimento do músculo. E a força máxima estática depende, primeiramente, da secção transversal do músculo, que é composto das secções transversais das diversas unidades motoras.

d) sob o aspecto das principais formas de exigência motora envolvidas, tem-se a força máxima, a força rápida e a resistência de força. Pode-se conceituar força rápida como a capacidade de movimentar o corpo, parte do corpo ou objetos com uma velocidade máxima. E a resistência de força é aquela que apresenta a capacidade de resistência à fadiga da musculatura em desempenhos de força de longa duração.

e) sob o aspecto da relação peso corporal, tem-se a força absoluta que depende do peso corporal. Já a força relativa, ao contrário, independe do peso corporal..."

Segundo Weineck (2000), a força nunca se manifesta, nas diferentes modalidades esportivas, em uma "forma pura" abstrata, mas sempre em uma combinação, numa forma mais ou menos mista dos fatores determinantes do condicionamento físico.

A capacidade motora força, de forma geral, tem sido diferenciada em três categorias: força máxima, força rápida e resistência de força (WEINECK, 1999; EHLENZ *et al.*, 1990; MATVÉIEV, 1986). Este conceito trata estas categorias como independentes.

Segundo Schmidtbleicher (1999), força rápida é a capacidade do sistema neuromuscular de produzir o maior impulso possível no tempo disponível. Ela se compõe de força de partida, explosiva e máxima. A força de partida caracteriza a capacidade do sistema neuromuscular de produzir, no início da contração, a maior elevação possível da força. A força explosiva descreve a

capacidade do sistema neuromuscular de desenvolver uma elevação máxima da força após o início da contração. É o maior desenvolvimento da força por unidade de tempo. E, por fim, a resistência de força caracteriza a capacidade do sistema neuromuscular de produzir a maior somatória de impulsos possível em determinado tempo, contra carga mais elevada. A FIG. 4 (ANEXO D) mostra um modelo das manifestações e os componentes da capacidade motora força (SCHMIDTBLEICHER, 1999).

1.1.5 Fatores determinantes da força

1.1.5.1 Fatores morfológicos

Com um mesmo nível de desenvolvimento do nível de condicionamento físico, as pessoas com maior massa corporal podem desenvolver mais força: a dependência entre força e massa própria expressa-se mais nitidamente, quanto maior e de valor mais semelhante for a qualificação esportiva das pessoas a serem comparadas (ARAÚJO *et al.*, 1996.; McARDLE *et al.*, 1991). O músculo esquelético humano, independente do sexo, pode gerar cerca de 3 a 8 [kg] de força por cm^2 de corte transversal de músculo.

Para se comparar a força de pessoas com diferentes pesos corporais é utilizado o conceito de força relativa que representa a força relacionada ao peso corporal. Nas pessoas com nível de aptidão física semelhante, mas com diferentes pesos corporais, a força absoluta aumenta e a relativa diminui com o aumento da massa corporal, respectivamente (WEINECK, 2000).

A estrutura do músculo – ordenação paralela de fibras, emplumamento simples ou duplo (WEINECK, 1989) – desempenha importante papel para o desenvolvimento da força. A estrutura do músculo, entretanto, é determinada anatomicamente e não pode ser influenciada pelo treinamento (DAVIES *et al.*, 1983).

Segundo Powers e Howley (2000), os músculos possuem, basicamente, dois tipos de fibras musculares: de contração lenta (CL) e de contração rápida (CR), (TABELAS 1 e 2). As fibras de contração lenta (CL) são também identificadas como fibras vermelhas, oxidativas, ou tipo I e as fibras de contração rápida (CR), por sua vez, são também identificadas como brancas, glicolíticas ou tipo II.

TABELA 1: Classificação das fibras musculares

	Classificação da fibra		
Sistema 1	Contração lenta	Contração rápida a	Contração rápida b
Sistema 2	Tipo I	Tipo II a	Tipo II b
Sistema 3	OL	GOR	GR
Características			
Capacidade oxidativa	Alta	Moderadamente alta	Baixa
Capacidade glicolítica	Baixa	Alta	A mais alta
Capacidade contrátil	Lenta	Rápida	Rápida
Resistência à fadiga	Alta	Moderada	Baixa
Força da unidade motora	Baixa	Alta	Alta

Nota. Neste texto utilizou-se Sistema 1 para classificar os tipos de fibra muscular. Outros sistemas, também, são freqüentemente utilizados. O Sistema 2 classifica as fibras de contração lenta (CL) como Tipo I e as fibras de contração rápida (CR) como Tipo IIa e Tipo IIb. O Sistema 3 classifica os tipos de fibra baseando-se na velocidade de contração e no principal modo de produção de energia da fibra. As fibras CL são denominadas OL (oxidativas lentas), as fibras Cra são denominadas GOR (glicolíticas oxidativas rápidas) e as fibras CRb são denominadas GR (glicolíticas rápidas).

FONTE – WILMORE e COSTILL (2001)

TABELA 2: Características estruturais e funcionais dos tipos de fibra muscular

Características	Tipos de fibras		
	CL	Cra	CRb
Fibras por motoneurônio	10-180	300-800	300-800
Tamanho do motoneurônio	Pequeno	Grande	Grande
Velocidade de condução nervosa	Lenta	Rápida	Rápida
Velocidade de contração [m/s]	110	50	50
Tipo de miosina ATPase	Lenta	Rápida	Rápida
Desenvolvimento do retículo sarcoplasmático	Baixo	Alto	Alto
Força da unidade motora	Baixa	Alta	Alta
Capacidade aeróbia (oxidativa)	Alta	Moderada	Baixa
Capacidade aneróbia (glicolítica)	Baixa	Alta	Alta

FONTE: WILMORE e COSTILL (2001).

Segundo Lehmkühl e Smith (1989), o músculo tem um ponto ótimo onde é gerado o maior torque, ou seja, uma posição ideal para isto; o efeito do

comprimento do músculo sobre a força é tal que, à medida que ele diminui, é necessário estimulá-lo em maiores frequências de modo a manter a mesma força (ENOKA, 2000).

1.1.5.2 Fatores neurais

Segundo Kandel *et al.* (1997), a expressão “unidade motora” (UM) refere-se ao conjunto constituído por um neurônio motor e todas as fibras musculares por ele inervadas, sendo este conjunto, a menor unidade funcional dos sistemas motores.

Segundo Kraemer e Häkkinen (2004) e Kraemer (2003), para produzir força deve ocorrer uma ativação percentual de unidades motoras contidas no músculo e, portanto, aumentar ou diminuir a força produzida por um músculo consiste em recrutar um número maior ou menor de unidades motoras, respectivamente. Ainda segundo estes autores, as fibras musculares são ativadas por impulsos elétricos transmitidos pelo neurônio e, o mecanismo pelo qual uma única unidade motora pode aumentar a força produzida por ela é aumentar a frequência desses impulsos elétricos. Para um músculo produzir a maior força possível, deve-se também tentar o maior número possível de unidades motoras (SALE, 1992).

A coordenação intra-muscular é o recrutamento seletivo das unidades motoras dentro dos músculos agonistas. As unidades motoras (UM'S) de contração lenta são inicialmente recrutadas, sendo seguidas, pelas mais rápidas.

Segundo Sale (1992), quando são realizadas ações balísticas rápidas, pode ocorrer o recrutamento preferencial das unidades rápidas sobre as lentas.

Segundo Kraemer e Häkkinen (2004), a força ainda é determinada pela ação coordenada entre os agonistas, antagonistas e sinergistas envolvidos nos movimentos, denominada coordenação inter-muscular. Pode ocorrer, também, a ativação seletiva do agonista dentro de um grupo muscular quando alguns músculos em um grupo funcional podem ser preferencialmente ativados sobre outros, dependendo da velocidade, tipo de ação e padrão do movimento.

A co-contração dos antagonistas pode parecer contra-produtiva, particularmente numa tarefa que solicite elevados níveis de força, porque o torque oposto desenvolvido pelos antagonistas pode diminuir o torque na direção do movimento desejado (SALE, 1992). Tyler e Hutton (1986), citados por Sale (1992), afirmam que a co-contração dos antagonistas pode ser um fator de proteção em atividades que envolvem contrações fortes ou rápidas. No entanto, Sale (1992) indica que mais pesquisas são necessárias para melhores esclarecimentos deste assunto.

1.1.5.3 Capacidade anaeróbia

A capacidade anaeróbia pode ser definida como a capacidade de ressíntese de trifosfato de adenosina (ATP) através do metabolismo anaeróbio durante um exercício supramáximo de curta duração (GREEN, 1994). A produção de energia através desta via metabólica pode ser obtida a partir da depleção de fosfatos de alta energia ATP e fosfocreatina (CP) armazenados nos músculos ou a partir da conversão do glicogênio muscular e glicose em ácido láctico.

1.1. 6 Testes de avaliação de força

Segundo McArdle et al. (1998), a força pode ser mensurada através de vários métodos, tais como: tensiometria, dinamometria, uma repetição máxima (1-RM) e outros.

1.1. 6.1 O exercício isocinético

Segundo Moffroid e Whipple (1970), o exercício isocinético é o exercício resistido que mantém o movimento constante com auxílio eletro-mecânico a uma determinada velocidade.

Embora o termo “isocinético” signifique movimento uniforme, a duração da velocidade constante nos exercícios com dinamômetros isocinéticos está intimamente relacionada à velocidade prefixada. As fases de aceleração, oscilação e desaceleração limitam o alcance em que o movimento do segmento corporal ocorre à velocidade constante.

De acordo com a força que é exercida contra o braço de alavanca do aparelho, a energia para mover o segmento corporal é transformada em resistência.

Os tipos mais comuns de dinamômetros isocinéticos contêm um mecanismo eletrônico, ou uma válvula hidráulica, que serve para controle da velocidade que, teoricamente, prevê a aceleração do membro, independentemente do aumento da aplicação da força, que mantém a velocidade estipulada.

1.1.6.1.1 Vantagens do exercício isocinético

A facilidade com que o dinamômetro isocinético mostra informações sobre a força muscular através da amplitude articular tem sido visualizada como a maior vantagem desta técnica, quando comparada com outras formas de exercício dinâmico em que a medida de qualidades musculares é de difícil obtenção. Os dinamômetros permitem o uso de especificações desejadas de velocidade angular e torque na rotação articular, como uma função do tempo e ângulo do deslocamento, podendo ser registradas por uma caneta gravadora ou um computador. Quando o comprimento do braço de alavanca, torque e velocidade angular são conhecidos, a força no ponto de aplicação pode ser calculada (FEIRING *et al.*, 1990).

1.1.6.1.2 Relação força-velocidade no exercício isocinético

A posição em que ocorre o pico de torque em um limite articular de movimento varia conforme a velocidade do movimento. A fadiga muscular As medidas do pico de torque dinâmico podem ser influenciadas, também, pela fadiga muscular (FIGONI e MORRIS, 1984; PERRINE e EDGERTON, 1986).

De maneira geral, os estudos mostram uma diminuição no pico de torque com o aumento da velocidade angular. A forma da curva isocinética de força-velocidade ativa difere da curva derivada de experimentos passivos, com estimulação muscular artificial (DROUIN *et al.*, 2003).

1.1.6.1.3 Relação potência-velocidade no exercício isocinético

Segundo Burinie e Brodie (1986), existem cinco variações de potência que podem ser obtidos com a dinamometria isocinética: 1 - *potência convencional*, onde o trabalho realizado durante uma única contração muscular é dividido pela duração do movimento; 2 - *potência pico*, onde o pico de torque em um limite articular é substituído por trabalho e dividido pela duração do movimento; 3 - *potência média*, onde a média do trabalho de uma ou várias repetições é calculada sobre um período específico de tempo; 4 - *potência instantânea*, onde o pico de torque é dividido pelo tempo para alcançar o pico de torque; e 5 - *potência contrátil*, onde é avaliada a habilidade de um músculo para desenvolver uma dada força dentro de um período de tempo específico.

1.1.6.1.4 Variáveis estudadas no exercício isocinético

De acordo com Kottke e Lehmann (1994), pode-se descrever as variáveis estudadas no exercício isocinético conforme os tópicos abaixo relacionados:

a) Torque (momento de força): é a capacidade de uma força para produzir rotação, sendo igual ao produto de uma força vezes a distância perpendicular do local de aplicação desta até o eixo (braço de alavanca). Representa a tendência de uma força de produzir rotação. Uma vez que o torque é calculado como o produto de uma força por uma distância, a unidade de medida é newton vezes metro [*N.m*]

a.1) Torque máximo, *Torque Max [N.m]*: é o maior momento de força muscular produzido durante a repetição. Indica a capacidade de força do grupo muscular.

a.2) Torque máximo relativo, *Torque max rel [%]*: representa o percentual do torque normalizado pelo peso corporal.

a.3) Tempo para alcançar o Torque máximo, *TTorque Max [ms]*: representa o tempo para alcançar o torque máximo, sendo expresso em milissegundos.

b) Trabalho, *Trab [J]*: é igual ao produto da força vezes a distância através da qual é exercida, sendo medido em newton-metro [N.m] [$T=F \times d$], onde: F= força e d= distância. A energia é despendida para realizar trabalho, assim, unidades de trabalho muitas vezes são medidas em [N.m] = Joule[J].

b.1) Trabalho relativo, *Trab rel [%]*: representa o percentual do trabalho normalizado pelo peso corporal.

c) Potência média no isocinético, *Pot med Iso [W]*: potência é a velocidade de realização do trabalho. É igual ao trabalho dividido pelo tempo, sendo expressa em watts (w). Um watt= 1 joule/seg

1.2 A capacidade anaeróbia

1.2.1 Definição

Powers e Howley (2000) definem capacidade anaeróbia como a capacidade de gerar energia para a realização do exercício de curta duração e de alta intensidade. Para Green (1994), a capacidade anaeróbia é dada pela capacidade do organismo de ressintetizar a ATP pelas vias anaeróbias, durante o exercício máximo de curta duração. Katch e McArdle (1996) afirmam

que a capacidade anaeróbia determina o sucesso em atividades de curta duração e alta intensidade.

1.2.2 Geração anaeróbia de energia - ATP

O ATP é a molécula que representa a fonte imediata de energia para a contração muscular. Ele é constituído de uma molécula de adenina e ribose denominada adenosina, unida a três fosfatos, cada um deles consistindo em átomos de fósforo e oxigênio. As ligações que unem os dois fosfatos mais, externos liberam maiores quantidades de energia, quando o ATP combina-se com a água através da reação química denominada hidrólise, catalisada pela enzima ATPase (KELLER *et al.*, 2000).

Segundo Guyton (1993), o ATP é um composto de alta energia que se encontra disponível nos músculos e cuja hidrólise libera energia química necessária para gerar trabalho mecânico. De acordo com Fox, Bowers e Foss (1991), o ATP é armazenado em todas as células musculares e, portanto é necessário para todos os tipos de contração muscular. A energia liberada pela degradação do ATP ativa locais específicos ao longo dos elementos contráteis, acarretando o encurtamento da fibra muscular (BROOKS, 1994).

1.2.3 Vias metabólicas

Segundo Maughan *et al.*, (2000), a energia que é necessária para a realização de trabalho é transformada quimicamente em forma de ATP e envolve tanto os

processos de metabolismo anaeróbio quanto aeróbio, representados na FIG. 5 (ANEXO E).

Esta capacidade de transformação de energia química em trabalho que ocorre no músculo pode ocorrer de duas maneiras: a primeira é o sistema ATP-CP, também conhecido como sistema de energia imediato, que é dado pelo fracionamento do ATP-CP armazenado na musculatura e a segunda é a glicólise, que ocorre quando a molécula de glicose entra na célula muscular para gerar energia e sofre uma série de reações, sem a presença do oxigênio, havendo assim a formação do ácido láctico. Atividades que duram cerca de seis segundos contam quase que exclusivamente com a energia gerada de forma imediata pelo sistema ATP-CP. À medida que o exercício progride para um período maior (30 – 60 segundos), a potência diminui e a maior parte de energia, ainda, continua sendo produzida pela via anaeróbia, porém estas reações metabólicas utilizam o sistema de energia a curto prazo da glicólise (MAUGHAN *et al.*, 2000).

1.2.3.1 Via alática

A energia liberada durante a degradação do ATP nos trabalhos de curta duração representa a fonte energética imediata a ser usada pela célula muscular. Para Manso, Valdivielso e Caballero (1996), os trabalhos musculares obtém energia através da ATP que se encontra armazenada nos músculos em uma quantidade de cinco a seis mmol/kg, com uma capacidade de trabalho de dois a três segundos e tendo a sua ressíntese de forma mais rápida através da

degradação de CP, que também, se encontra armazenada nos músculos em quantidade de quatro a cinco vezes maior do que a ATP (15-25 mmol/kg).

As reservas musculares de ATP em um ser humano normal são de aproximadamente 60g e suficiente para fornecer energia para o esforço de apenas alguns segundos. Sendo assim, durante a realização das mais diferentes atividades físicas, é necessário a quebra e ressíntese de ATP para a geração de energia. A degradação dos diferentes substratos (glicose, lipídeos e proteína) servem à manutenção dos níveis de ATP celulares e à manutenção da contração muscular (McARDLE *et al.*, 1991; MAUGHAN *et al.*, 2000).

A habilidade para utilizar a alta energia dos fosfatos armazenados nos músculos muito rapidamente é muitas vezes denominada potência anaeróbia (MANNING, MANNIG e PERRIN, 1988).

1.2.3.2 Via láctica

As ações musculares de alta intensidade e curta duração, características da maioria dos desportos, produzem aumentos significativos do ácido láctico (BOSCO, 1991). Esta afirmação encontra fundamento nos estudos de Vanderwalle, Peres e Monod (1987), ao mostrarem que o metabolismo glicolítico já está envolvido em exercícios que duram menos que dez segundos e que, provavelmente, o sistema alático e láctico agem simultaneamente, poucos segundos após o início do exercício.

Os fosfatos de alta energia devem ser ressintetizados continuamente em um ritmo rápido, para que o exercício possa continuar. Esta ressíntese se dá pela

glicose sangüínea ou pelo glicogênio, que se encontra nas células do fígado. Conforme a duração do exercício aumenta, a contribuição das vias de produção de energia se modifica (POWERS e HOWLEY, 2000).

Durante a glicólise, a via anaeróbia é capaz de produzir energia (ATP) rapidamente sem a utilização de oxigênio. Esta via utiliza a degradação da glicose ou do glicogênio para formar duas moléculas de ácido pirúvico ou de ácido láctico (POWERS e HOWLEY, 2000).

Quando o organismo não dispõe de oxigênio suficiente para a entrada do ácido pirúvico no ciclo de Krebs (via aeróbia), o ácido pirúvico é convertido em ácido láctico. Ocorre a ligação de dois átomos de hidrogênio, com o ácido pirúvico originando assim o ácido láctico. O ácido láctico, após perder um hidrogênio se transforma em lactato, que é rapidamente difundido para o sangue (KATCH e McARDLE, 1996). Durante o exercício intenso, o fluxo glicolítico é bastante elevado, o que causa um acúmulo de ácido pirúvico e conseqüentemente de ácido láctico, já que o oxigênio disponível no meio celular não é suficiente para suprir a demanda energética através da utilização das vias oxidativas. O acúmulo de ácido láctico torna o meio ácido, dificultando a ação enzimática, que tem um nível ideal para que as reações ocorram. Isto faz com que ocorra o que se chama de fadiga muscular (McARDLE *et al.*, 1991; WILMORE e COSTILL, 1994; KATCH e McARDLE, 1996)

1.2.4 Fatores determinantes da capacidade anaeróbia

No estudo das capacidades de utilização de energia, pelo organismo, para produção de trabalho, vários fatores influenciam a seleção do combustível utilizado para a prática de exercícios, podendo existir várias interações entre eles. Segundo Galbo (1983), esses fatores incluem: a disponibilidade de substrato; estado nutricional; dieta; modo, intensidade e duração do exercício; tipo de fibra muscular; treinamento físico; fatores ambientais; drogas e hormônios.

Segundo Sale (1987), são fatores limitantes da capacidade anaeróbia alática: a disponibilidade de substratos anaeróbios (ATP e CP), a atividade das enzimas que controlam esta fase (ATPase e creatina-quinase) e o número de unidades motoras recrutadas na realização de exercícios.

A produção de energia pela via anaeróbia láctica é constituída pela degradação da glicose (glicólise) ou glicogênio (glicogenólise) até ácido pirúvico que, na ausência de oxigênio para sua transformação em acetil-Coa, é transformado em ácido láctico. Este processo de degradação da glicose ou do glicogênio é um processo de geração de energia que utiliza enzimas catalisadoras, denominadas glicolíticas, sendo atribuída à fosfofrutoquinase (PFK) a regulação da velocidade de reação da glicólise, assim como, à lactato desidrogenase (LDH) a regulação da transformação do ácido pirúvico em ácido láctico e este, logo após sua formação, dissocia-se em íons H^+ e lactato, causando assim a acidose no meio intracelular (WEICKER e STROBEL, 1994). Esta acidose limita a ação das enzimas glicolíticas, reduzindo a geração de

energia por essa via e determinando-se a diminuição da intensidade do exercício. Este processo representa um dos principais mecanismos de fadiga do exercício de intensidade máxima e curta duração (SAWKA *et al.*, 1979; PRADO, 1997). Assim, a capacidade da via láctica depende das enzimas glicolíticas, principalmente (PFK e LDH) e também, da capacidade de tamponamento dos íons de hidrogênio pela ação do bicarbonato de sódio, reduzindo a acidose intramuscular durante o exercício máximo de curta duração (SHARP *et al.*, 1986).

1.2.5 Testes para avaliação da capacidade anaeróbia

A avaliação da capacidade anaeróbia baseia-se numa variedade de testes, incluindo critérios bioquímicos ou metabólicos, como níveis de lactato e amônia (NH₃) sanguíneos (CHEETHAM *et al.*, 1986; INBAR *et al.*, 1996; JACOBS *et al.*, 1983; NEVILL *et al.*, 1989; RIEU *et al.*, 1988; SHARP *et al.*, 1986; THORSTENSSON *et al.*, 1975; PRADO, 1997) e de desempenho, como os testes de velocidade de corrida (PATERSON *et al.*, 1986), de impulsão vertical (DAVIES e YOUNG, 1984), de intensidade subjetiva máxima em cicloergômetro (BAR-OR, 1995) e de força em movimento isocinético (SEGER e THORSTENSSON, 1994, 2000).

De acordo com Powers e Howley (2000), os testes de avaliação da capacidade anaeróbia podem ser classificados naqueles de duração muito curta, que têm como objetivo avaliar a capacidade máxima do sistema ATP-CP e os de duração curta, que avaliam a capacidade máxima da glicólise anaeróbia.

Eventos com duração inferior a dez segundos são considerados utilizadores do sistema ATP-CP para a produção de ATP, enquanto eventos com duração entre trinta e sessenta segundos utilizam para a produção de ATP a glicólise anaeróbia. Os testes ultracurtos geralmente são referidos como testes de potência, onde $P = (F \times d)/t$, sendo F a força gerada, d a distância sobre a qual a força é aplicada e t o tempo necessário para a realização do trabalho (POWERS e HOWLEY, 2000).

1.2.5.1 Testes de salto

Os saltos verticais são freqüentemente realizados em várias modalidades esportivas, como salienta Ugrinowitsch e Barbanti (1998). Um teste de impulsão vertical simples e muito utilizado é o de Sargent de saltar e alcançar. Conforme Katch (1977), citado por Powers e Howley (2000), este teste pode não ser adequado para a determinação da capacidade máxima do sistema ATP-CP devido à baixíssima duração, além de não ser considerado bom indicador do sucesso em corridas de curta duração. Para testar o acúmulo e utilização da energia potencial elástica, duas técnicas de saltos verticais são bastante utilizadas, o Squat Jump (SJ) e o Counter Movement Jump (CMJ), sendo sugeridos na literatura por Sale (1992) e Bissas *et al.* (1996). Porém, o aumento da força na fase concêntrica, ao realizar o salto vertical, não está relacionado apenas à energia potencial elástica, mas também a outros mecanismos fisiológicos, como o padrão de ativação das unidades motoras, reflexo de estiramento e força gerada na ação excêntrica.

Atualmente, na determinação do desempenho de salto, principalmente saltos verticais, utiliza-se tapetes de contato, sendo que a verificação do nível de força individual é obtida através da determinação do tempo que o indivíduo permanece no ar, medida indireta da altura do salto (WEINECK, 1999). O uso desta plataforma de força foi introduzido por Komi e Bosco (1978), utilizando a fórmula da altura igual $1/8 gt^2$ (onde g é a aceleração da gravidade e t o tempo de voo). A altura do salto pode ser calculada, assumindo que a posição do centro de gravidade do corpo na saída e na aterrissagem são as mesmas.

1.2.5.1.1 Squat Jump (SJ)

O SJ é um salto realizado a partir da posição agachado, com um ângulo de 90° de flexão de joelho. Objetiva estimar a força concêntrica da musculatura envolvida.

1.2.5.1.2 Counter Movement Jump (CMJ)

É um salto que se inicia a partir da posição ereta. O indivíduo realiza um movimento preparatório identificado por uma ação muscular excêntrica, isto é, o movimento do corpo se faz em direção ao solo, até o joelho atingir um ângulo aproximado de 90°. Após este movimento preparatório, inicia-se uma ação concêntrica, caracterizada pelo início da extensão da articulação do joelho e do quadril, porém esta ação deve ser relativamente rápida (WEINECK, 2000).

Tanto para o SJ quanto para o CMJ, alguns aspectos devem ser lembrados, tais como: a posição da saída e queda deve ser a mesma; o tapete de contato

ou plataforma na aterrissagem deve ser abordado com o tronco e joelhos estendidos e em seguida realizar a fase de amortecimento. Durante a realização do salto as mãos devem estar em contato com o quadril (DIALLO *et al.*, 2001; WEINECK, 2000). Devido às características do salto, o tempo de pausa pode ser relativamente curto. Pausas de 30 a 60 segundos entre as tentativas são suficientes. Entre os dois saltos recomenda-se uma pausa de um a dois minutos (WEINECK, 2000).

1.2.5.2 Teste em Cicloergômetro – (de Wingate)

Foi desenvolvido em 1970, no Instituto Wingate, Israel (AYALON, INBAR e BAR-OR, 1974), baseado em um teste de 30 segundos em cicloergômetro sugerido por Cumming (1973). Ele originalmente concebido para atividade em um cicloergômetro e consiste em um exercício supramáximo com duração de 30 segundos e resistência de 75 g.kg^{-1} (BAR-OR, 1987; BULBULIAN *et al.*, 1997), embora os valores de carga para se alcançar o melhor desempenho ainda sejam contraditórios (LILJEJAHN *et al.*, 1996). Alguns autores acreditam que a carga de 75 g.kg^{-1} não produz alta potência pico e média, sendo necessária uma carga de 20 a 30% maior do que a proposta, 90 g.kg^{-1} para adultos não atletas e 100 g.kg^{-1} para adultos atletas (BAR-OR, 1987; BEDIZ *et al.*, 1998).

Segundo Inbar *et al.* (1996), exercícios preparatórios em cicloergômetros devem ser empregados antes do teste propriamente dito. Deve-se realizar um aquecimento prévio de dois a quatro minutos de exercício, com dois ou três

“Sprints” máximos com duração de quatro a oito segundos. Logo após, permanecer em repouso entre três a cinco minutos, para minimizar os efeitos de qualquer fadiga associada ao aquecimento. Para Chia *et al.* (1997), devem ser realizados dois ou três “sprints” máximos com duração de dois ou três segundos.

O teste anaeróbico de Wingate (Want) tem sido amplamente utilizado para mensurar o desempenho em atividade subjetiva máxima e avaliar as respostas fisiológicas em exercícios supramáximos (CUMMING, 1973). O teste Want é considerado seguro, de simples aplicação e capaz de avaliar o desempenho em atividade subjetiva máxima (BAR-OR, 1987; VANDEWALLE, *et al.*, 1987; WILLIAMS e ARMSTRONG, 1991; VAN PRAAGH *et al.*, 2002), não é invasivo, requer poucos examinadores e pode ser facilmente aplicado em grande número de pessoas, incluindo crianças (BLIMKIE *et al.*, 1988; VAN PRAAGH, 1998) com grande confiabilidade (R= 0,92 a 0,97).

Os índices de desempenho mensurados são:

- Potência-pico (Ppico): é a maior potência gerada durante todo o teste, geralmente ocorre entre três a cinco segundos do teste.
- Potência-média (Pmed): é a potência média sustentada durante o teste de 30 segundos.

1.2.6 Capacidade anaeróbia na criança

1.2.6.1 Diferenças entre adultos e crianças

As crianças que são atletas apresentam menor habilidade para gerar potência anaeróbia quando comparadas com atletas adultos (BAR-OR, 1995). A capacidade da criança de realizar atividade anaeróbia é limitada, principalmente, em atividade anaeróbia láctica (PRADO, 1997). A criança possui baixa atividade glicolítica, possivelmente, em decorrência de quantidade limitada da enzima fosfofrutoquinase (PFK) (WILMORE e COSTILL, 2001). A menor capacidade anaeróbia em adolescentes atletas, comparados com adultos atletas, tem sido atribuída a propriedades intrínsecas do músculo, ainda desconhecidas (NAUGHTON *et al.*, 2000).

Segundo Prado (1999), estas diferenças se mostram porque as crianças apresentam:

- menores concentrações máximas de lactato sanguíneo após exercício máximo de curta duração, quando comparado com adultos;
- maior pH sanguíneo e intramuscular após o exercício máximo de curta duração, quando comparado com adultos, o que condiz com as menores concentrações de lactato;
- menor débito de oxigênio após exercício máximo de curta duração, quando comparadas com adultos, o que indica menor ativação das vias anaeróbias de produção de energia durante este tipo de exercício;

- menores concentrações de adrenalina e noradrenalina no sangue após exercícios máximos, quando comparadas com adultos.

Prado (1997,1998) encontrou menores concentrações de lactato sangüíneo em crianças após exercício máximo realizado na água, quando comparadas com adultos. Já, Santos (2002), observou o mesmo em meninas após exercício máximo em cicloergômetro, quando comparadas com mulheres.

Segundo Santos (2002), os valores de potência pico e média (expressos em termos absolutos e relativos) alcançados durante o exercício máximo subjetivo em cicloergômetro, da mesma forma que o lactato, apresentam-se inferiores em crianças, quando comparadas com adultos. No exercício máximo subjetivo de 15 segundos, realizado com homens, Sevílio (2001), observou potência pico de $867,7 \pm 142,7$ W e potência média de $729,1 \pm 118,2$ W, enquanto que Silva (2002) registrou em meninos valores de potência máxima de $273,5 \pm 65,77$ W e potência média de $231,08 \pm 56,38$ W.

1.2.7 Avaliação da capacidade anaeróbia em crianças

A avaliação da capacidade anaeróbia, principalmente no que diz respeito à participação das vias glicolíticas na produção de energia durante o exercício supramáximo de curta duração, constitui aspecto polêmico da fisiologia do exercício em crianças (PRADO,1997).

A avaliação da capacidade anaeróbia em crianças é feita através de medidas indiretas, com realização de trabalho mecânico. São utilizados testes de saltos,

de corrida, em cicloergômetro e flexões e extensões musculares repetitivas (BOUCHARD *et al.*, 1990). A capacidade anaeróbia pode ser avaliada pelo teste de Wingate, que possui limitações quando aplicado em crianças.

Para a realização dos testes, Bar-Or (1983) e Inbar *et al.* (1983) recomendam para crianças entre oito e dez anos de idade, um pedivela de aproximadamente 15 cm de comprimento. O uso de pedaleiras é importante para realização de exercícios supramáximos, (Lavoie *et al.* 1984), especialmente de presilhas em sua estrutura que é capaz de aumentar a potência-pico e média em cinco a doze %, sejam as pessoas submetidas ao teste, atletas ou não.

O desempenho em testes de capacidade anaeróbia realizados em intensidade subjetiva máxima depende de altos níveis de concentração e motivação. Por isso a duração do teste (30s) pode interferir nos resultados, quando aplicado em populações pediátricas. O teste de 30s, por ser realizado em intensidade subjetiva máxima é relativamente desconfortável (STEVENS e WILSON, 1986; KAVANAGH e JACOBS, 1987; MEDBO e TABATA, 1989; HEBESTREIT *et al.*, 1993; GRANIER *et al.*, 1995). Além disto, o componente aeróbio no teste de Wingate de 30 segundos, em populações pediátricas, situa-se entre 23 e 41% (WILLIAMS, 1997) e 18 a 44% (CHIA *et al.*, 1997). De acordo com Berg e Keul (1988), Taylor *et al.* (1997) e Haralambie (1982), as crianças parecem ter perfil metabólico para geração de energia mais oxidativo que glicolítico.

O estudo comparativo entre teste de intensidade subjetiva máxima em cicloergômetro com duração de 30s e de 15s, constatou correlação no

desempenho e níveis de lactato sanguíneo produzidos, seja em adultos (SEVÍLIO, 2001) ou crianças (SILVA, 2002).

Por isso, para os estudos em crianças, é adotada a duração de 15s para o teste de intensidade subjetiva máxima em cicloergômetro, o que possibilita a minimização do desconforto na sua execução e a redução da participação do componente aeróbio na produção total de energia (SANTOS, 2002; ÁVILA, 2003, CARNEIRO, 2004).

Segundo Malina (1998) o crescimento se refere ao aumento do corpo como um todo e de suas partes, e a maturação ao processo em direção ao estado de maturidade biológica. Os indicadores mais utilizados para determinar o amadurecimento biológico em crianças e adolescentes são o desenvolvimento da maturação sexual e esquelética.

A avaliação do amadurecimento biológico, através da maturação sexual proposto por Tanner (1962), baseia-se na aparência e progressão de características sexuais secundárias, ou seja, mamas nas meninas, pênis e testículos em meninos e pêlos pubianos em ambos os sexos (MALINA, 1998, 2003; FAULKNER, 1996).

Segundo Marcondes *et al.* (2003), o desenvolvimento de pêlos pubianos segue a seguinte ordem: P1 – ausentes; P2 - crescimento de pêlos ao longo da base do pênis, curtos, finos e esparsos; P3 - pêlos estendendo-se para a região pubiana, mais espessos e encaracolados; P4 - pêlos de características adultas, porém em área de distribuição menor, ainda não atingindo a superfície interna das coxas; e P5 - pêlos adultos em tipo e distribuição, atingindo a superfície

interna das coxas e, eventualmente, podem crescer acima da região púbica, configurando o estágio P6 (Anexo A).

Segundo Matsudo e Matsudo (1991), em estudo realizado entre jovens brasileiros, houve concordância de 60% e 70% entre as auto-avaliações e as avaliações médicas, com melhor concordância para pêlos púbicos do que para mamas e genitais. Portanto, a auto-avaliação das características sexuais secundárias é um método preciso e confiável para realização de estudos científicos e evita constrangimentos, tanto para a criança avaliada, quanto para os pais.

Uezu *et al.* (2000), ao verificarem a validade da auto-avaliação da maturação sexual em jovens atletas do gênero masculino, através de desenhos baseados nos critérios de Tanner (1962), encontraram alta correlação nas três avaliações realizadas e relacionadas com a avaliação médica, tanto para pilosidade (0,84; 0,79 e 0,75 com $p < 0,01$), quanto para a genitália (0,69; 0,70 e 0,70 com $p < 0,01$). Esta correlação, também, pode ser verificada no estudo de Bojikian *et al.* (2001).

A auto-avaliação da maturação sexual como acima descrito pode ser utilizada, com segurança, para avaliações na prática esportiva.

Em relação o desenvolvimento da capacidade anaeróbia, vários autores sugerem que o desenvolvimento do metabolismo anaeróbio tende a acompanhar a maturação sexual dos indivíduos durante a puberdade (ERIKSSON *et al.*, 1971; ERICKSSON *et al.*, 1973; NAUGHTON *et al.*, 1992; PRADO, 1996, 1997).

Rowland (1996), relata que fatores como morfologia e tipo de musculatura, tipo de fibra e forma de recrutamento, capacidade de produção de energia (glicólise anaeróbia), utilização de substrato (armazenamento e degradação de glicogênio), atividade de enzimas glicolíticas e maturação (testosterona e catecolaminas) poderiam ser responsáveis pelo desenvolvimento da capacidade anaeróbia em crianças. Ainda, segundo Rowland (1996), o somatório destes diferentes fatores suportaria o conceito de melhora progressiva na capacidade de gerar energia anaeróbia durante exercício na puberdade.

1.2.8 O treinamento para aumentar a eficácia anaeróbia em crianças

É esperada melhora no desempenho de exercícios específicos após a realização de um programa de treinamento físico (NEVILL *et al.*, 1989). Esta melhor habilitação depende, em grande parte, de fatores como duração, intensidade e frequência do treinamento. Existem, entretanto, evidências de que as adaptações ao treinamento podem ser quantitativamente diferentes em crianças, principalmente quanto à capacidade anaeróbia (ROWLAND, 1996; PRADO, 1997, 1999).

1.2.8.1 Estudos de treinamento em crianças

Os resultados obtidos de estudos sobre o treinamento da capacidade anaeróbia são limitados e contraditórios (Van Praagh, 1998; Rowland, 1996; França *et al.*, 1998).

Observa-se aumento da atividade da enzima PFK em meninos de 11-13 anos de idade após um período de treinamento de capacidades anaeróbia e aeróbia (Eriksson *et al.*, 1973 ; Fournier *et al.*, 1982). Obert *et al.* (2003) observaram aumento na potência máxima no teste de força-velocidade em crianças pré-adolescentes, de ambos os gêneros, após treze semanas de treinamento da capacidade aeróbia. Rotstein *et al.* (1986) verificaram aumento na potência pico e média no teste de Wingate em crianças de 10-11 anos de idade após treinamento específico.

Bencke *et al.* (2002) estudaram 185 crianças de ambos os gêneros de diferentes esportes (ginastas, nadadores, jogadores de handebol e tenistas) e de diferentes níveis de desempenho (elite e não elite) e avaliaram seu desempenho em testes para capacidade anaeróbia (impulsão vertical e Wingate). Seus resultados sugerem que o treinamento específico tenha influenciado o desempenho em testes mais complexos (drop jump), mas não na potência medida no teste de Wingate, variável esta que foi relacionada com o tamanho dos músculos envolvidos no exercício, pois as diferenças entre os esportes desapareceram ao se normalizar os valores de potência obtidos pela massa corporal dos voluntários.

Diallo *et al.* (2001) observaram aumento na potência pico, durante teste de força-velocidade e melhor desempenho no teste de impulsão vertical em crianças atletas de futebol, após um treinamento com exercícios pliométricos. Assim, sugere-se que o melhor desempenho nos testes anaeróbios ocorre, possivelmente, devido a fatores neuromusculares, o que também foi observado por Ozmun *et al.* (1994) e Ramsay *et al.* (1990).

1.2.8.2 Diferenças entre crianças treinadas e não treinadas

Carneiro (2004), ao estudar crianças púberes treinadas e não-treinadas, quanto à potência e concentrações máximas de lactato sangüíneo após exercício supramáximo de curta duração em cicloergômetro, verificou que houve maior potência relativa à massa corporal no grupo de crianças treinadas, observou que o grupo de crianças treinadas teve melhor desempenho no teste de intensidade subjetiva máxima, em cicloergômetro, na impulsão vertical e na velocidade de corrida. Não houve diferenças, entretanto, entre os grupos na concentração máxima de lactato sangüíneo, indicando a existência de outro fator, que não a via de produção de energia, para diferenciar o desempenho entre estes grupos.

Segundo Mero (1988), o fato de não ter sido detectada nenhuma diferença significativa nos níveis máximos de lactato sangüíneo entre meninos treinados e não treinados após exercício de alta intensidade e curta duração pode indicar a existência de outros fatores, que não se relacionam às vias de produção de energia, para o melhor desempenho no grupo de crianças

treinadas. Também Kuno *et al.* (1995), não encontraram diferenças no metabolismo muscular (CP e pH) de crianças treinadas e não treinadas após exercício exaustivo.

Prado (1996) e Ávila (2003) também não observaram nenhuma adaptação, em crianças pré-púberes treinadas, após um período de treinamento exclusivo da capacidade anaeróbia.

Estes resultados indicam que o melhor desempenho pode ocorrer devido a uma maior vivência e repertório motor ou maior recrutamento de fibras de contração rápida, no grupo de crianças treinadas.

2 OBJETIVO

Este trabalho objetiva estudar a correlação entre a força muscular e o desempenho em exercício supramáximo de curta duração, em crianças treinadas, do sexo masculino, avaliando o desempenho em exercício realizado em cicloergômetro, em intensidade máxima com 15s de duração, bem como os resultados obtidos nos testes de impulsão vertical e de avaliação isocinética da força muscular.

3 ATLETAS E MÉTODOS

3.1 Cuidados éticos

Esta pesquisa foi realizada nas dependências do Clube Atlético Mineiro, no laboratório de Fisiologia do Exercício (Lafise) e laboratório de avaliação de força da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG, tendo sido previamente aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), respeitando todas as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional em Saúde (1997) envolvendo pesquisa com seres humanos.

Os voluntários, juntamente com seus pais, antes de participarem do presente estudo, receberam todas as informações quanto aos objetivos e aos métodos empregados. O consentimento por escrito para participação no estudo foi obtido de cada voluntário e ou responsável por escrito (ANEXO G), estando todos cientes de que, a qualquer momento, poderiam deixar de participar da pesquisa sem qualquer constrangimento.

Todas as precauções foram tomadas com o intuito de preservar a privacidade dos voluntários. Portanto, as condições experimentais e todas as informações individuais obtidas durante o estudo foram mantidas em sigilo entre a equipe de pesquisadores e o voluntário. É importante ressaltar que a saúde e o bem estar destes estiveram acima de qualquer outro interesse.

3.2 Voluntários

A amostra foi constituída por 16 crianças sadias, do gênero masculino, atletas de futebol de campo das categorias de base do Clube Atlético Mineiro, com idade média de $12,1 \pm 0,7$ anos e classificados no nível 2 da escala de Tanner (distribuição de pêlos pubianos) para maturação dos caracteres sexuais secundários (ANEXO F).

3.3. Critérios de inclusão

Para participar neste estudo, cada voluntário deveria:

- ser do gênero masculino;
- ser praticante de futebol de campo;
- estar envolvido em programa de treinamento supervisionado há mais de um ano e, treinando no mínimo duas vezes por semana, durante 2 horas/ sessão;
- ser classificado no estágio 2 da escala de Tanner (distribuição de pêlos pubianos) para maturação dos caracteres sexuais secundários e idade cronológica dentro dos limites estabelecidos para as categorias Mirim e Pré – Mirim;
- responder ao questionário Par-Q (ACMS, 2000) com o propósito de avaliar fatores de saúde importantes. Apenas participaram da pesquisa os voluntários que não apresentaram nenhum fator de risco. (ANEXO H).

3.4 Antropometria

Variáveis antropométricas foram utilizadas para caracterização da amostra (massa corporal e estatura), cujas medidas foram efetuadas de acordo com os procedimentos descritos por Gordon et al. (1998).

Para a mensuração da massa corporal foi utilizada uma balança da marca Filizola, graduada de 0 a 150 kg, e para a medição da estatura recorreu-se a estadiômetro de metal, com precisão de 0,1 cm.

3.5 Composição corporal

O índice de massa corporal (IMC) foi calculado de acordo com a equação $IMC = \text{peso} / \text{altura}^2$.

3.6 Maturação

O estágio de maturação biológica do indivíduo foi determinado pela escala de Tanner (1962).

O voluntário se auto-classificava, pela distribuição de pêlos pubianos, através de uma tabela que apresentava ilustrações (ANEXO F), assinalando com um (x) aquela que mais se assemelhava às suas características individuais (MATSUDO e MATSUDO, 1991).

3.7 Avaliação do desempenho físico

3.7.1 Testes de impulsão vertical

Para a familiarização aos testes de impulsão vertical, bem como às condições experimentais, foram realizadas duas sessões de exercícios que continham os referidos movimentos. Estes foram realizados em dias consecutivos, anteriores à coleta. Cada voluntário realizou cinco tentativas do CMJ e do SJ, para assegurar o aprendizado do mesmo.

Antes do teste propriamente dito, o voluntário realizou alongamento dos membros inferiores, em seguida era fornecida instrução e demonstração do movimento. O teste foi realizado através de três saltos padronizados (CMJ e SJ), sobre um tapete de contato, o qual registrava o tempo de vôo e o tempo de contato. O tempo de vôo foi o tempo em que o voluntário testado ficava sem ter contato com o tapete durante o salto (KOMI e BOSCO, 1978).

Dos três saltos realizados, no teste propriamente dito, foi considerado o salto que obteve maior altura.

3.7.2 Teste no dinamômetro isocinético (ISOtest)

Os participantes foram testados no dinamômetro isocinético Biodex para análise do desempenho muscular dos extensores do joelho, nas velocidades angulares de 60 e 180 graus/seg, sendo denominados, respectivamente, ISOtest 60 e ISOtest 180 e, realizados de acordo com o seguinte protocolo:

a) Posicionamento: o indivíduo foi acomodado na cadeira de teste do aparelho, na posição sentada, com 85° de flexão de quadril, seguindo orientações do fabricante. Movimentando-se a cadeira e a torre do aparelho, o eixo rotacional da alavanca do dinamômetro foi alinhado com o eixo da articulação do joelho (definido por uma linha imaginária passando pelo epicôndilo lateral). Esse procedimento visou alcançar congruência entre os dois eixos rotacionais, de forma a evitar tração durante a realização do teste. Em seguida, a almofada de resistência foi fixada no terço distal da perna (imediatamente proximal aos maléolos medial e lateral).

b) Determinação do arco de movimento: o arco de movimento testado foi de 80° (partindo de 100° de flexão até 20° de flexão). A escolha desse arco foi feita de forma a evitar interferências nos graus finais de extensão devido ao encurtamento dos isquiotibiais.

c) Determinação do modo de contração: o teste foi realizado no modo concêntrico/concêntrico para se determinar a função muscular dos músculos isquiotibiais e quadríceps. Nesse modo de contração, a alavanca agia de forma essencialmente passiva, resistindo às forças de flexão e extensão do joelho.

d) Instrução verbal: foi explicado ao voluntário a natureza do teste a ser realizado, ressaltando que a resistência ao movimento somente existiria quando ele movimentasse a perna em velocidade igual ou superior à do aparelho.

e) Estabilização: o voluntário foi estabilizado por três cintos de dois pontos, sendo dois deles dispostos na diagonal para fixação do tronco e um disposto

na horizontal para fixação da pelve. O terço distal da coxa foi fixado por uma faixa com velcro.

f) Familiarização: antes da realização dos testes, o voluntário foi submetido a um protocolo de familiarização, que consistiu em três movimentos de flexo-extensão em esforços submáximos, nas duas velocidades de teste (60 e 180 graus/seg).

g) Correção de gravidade: a perna do voluntário foi colocada em posição próxima à horizontal apoiada na alavanca do aparelho para que pudesse ser pesada, possibilitando a correção da gravidade. Há a necessidade desta correção para isolar as possíveis interferências da gravidade durante a realização dos testes.

h) O teste foi realizado nas velocidades angulares de 60 e 180 graus/seg, em esforço máximo. Foram efetuadas três repetições em cada velocidade, sendo padronizado que o voluntário realizaria o teste primeiro a 60 graus/seg, com intervalo de descanso de um minuto entre as velocidades. A realização do teste em velocidade lenta primeiro foi recomendada para facilitar o aprendizado. O lado direito foi sempre testado primeiro. Houve descanso de dez minutos entre os lados testados. Durante o teste, o voluntário recebeu estímulo verbal pelos examinadores, sendo orientado para mover a alavanca o mais rápido e o mais forte possível. Não foi utilizado reforço visual, ou seja, o voluntário não visualizou na tela do computador as curvas de torque produzidas durante a realização do teste.

i) Variáveis estudadas:

-Torque máximo: *Torque Max [N.m]*

-Torque máximo relativo: *Torque max rel [%]*

-Tempo para alcançar o Torque máximo: *TTorque Max [mseg]*

-Trabalho: *Trab [J]*

-Trabalho relativo: *Trab rel [%]*

-Potência média no isocinético: *Pot med Iso [W]*

3.7.3 Exercício de intensidade subjetiva máxima no cicloergômetro (EISM)

3.7.3.1 Exercício preparatório

Antes da realização do EISM, o voluntário se exercitou por 3 minutos no cicloergômetro. A carga empregada foi de 1 kg e a frequência das pedaladas de 50 rpm (INBAR e BAR-OR, 1986; KELLER et al., 2000). Ao final do terceiro minuto, o voluntário realizou três segundos de pedaladas em velocidade máxima subjetiva “*sprint*”. Após o término do aquecimento o voluntário permaneceu em repouso por dois minutos no cicloergômetro antes de realizar o teste propriamente dito. Antes do teste, o voluntário foi instruído a concentrar-se para a realização do mesmo.

3.7.3.2 Exercício propriamente dito

Cada voluntário realizou um exercício em intensidade máxima subjetiva no cicloergômetro, com duração de 15s e contra uma resistência pré-estabelecida de $0,075 \text{ N.kg}^{-1}$ da massa corporal.

Todos os exercícios foram realizados no período da tarde, a fim de se respeitar as influências do ritmo circadiano sobre o desempenho (HILL e SMITH, 1991).

Durante o EISM foram registrados os valores alcançados de potência-pico – Ppico (W), potência-pico relativa – Ppico rel (W/kg), potência média – Pmed (W), potência média relativa Pmed rel (W/kg) e tempo para alcançar a potência pico - Tppico (s). Para isso, utilizou-se um software, modelo MCE (*Multi Cycle Ergometer*, Versão 2.3, Instituto de Esportes de Varsóvia) elaborado para este fim. O exercício foi realizado em um cicloergômetro padrão Monark, com regulação de carga através de anilhas e frenagem mecânica. As variáveis medidas durante o teste foram:

- a) *Potência-pico*: representa a potência máxima alcançada no teste de 15 segundos (medida em W).
- b) *Potência-pico relativa*: representa a maior potência sustentada durante os 15 segundos de teste (W.kg^{-1}).
- c) *Potência média*: representa a média da potência sustentada durante o teste e 15 segundos (medida em W).
- d) *Potência média relativa*: representa a média da potência sustentada durante o teste de 15 segundos dividida pelo peso corporal (W.kg^{-1}).

e) *Tempo para alcançar a potência pico (s)*: representa o tempo gasto até alcançar a potência pico.

3.8 Concentração sanguínea de lactato [La]

Três minutos após o término do EISM, foi coletada uma amostra de vinte microlitros de sangue, mediante uma punção na extremidade do dedo médio. Esta punção foi efetuada utilizando-se uma lanceta descartável de aço. O sangue foi coletado por um microtúbulo da marca Eppendorf (Alemanha) e aplicado sobre a tira reagente, que foi inserida em um espectofotômetro portátil específico para a determinação enzimática da concentração sanguínea de lactato (Accusport, Boehringer, Alemanha). Após a análise, a tira reagente e a lanceta utilizada foram acondicionadas em recipiente próprio e eliminadas como lixo hospitalar. O mesmo procedimento de acondicionamento e eliminação foi realizado com as luvas e os microtúbulos. Todos os pesquisadores envolvidos na coleta de material biológico (sangue) calçaram luvas de látex descartáveis para eliminar o risco de contaminação pelo sangue. Os demais equipamentos utilizados receberam higienização adequada, orientada pela auxiliar de enfermagem do Centro de Excelência Esportivo da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.

Após análise, a tira reagente e a agulha utilizada foram acondicionadas em recipientes próprios e eliminadas como lixo hospitalar.

3.9 Cronologia do tratamento experimental

Todos os voluntários envolvidos participavam há mais de um ano de um programa de treinamento de futebol, elaborado pelo preparador físico, cuja frequência de treinamento era de duas vezes por semana, com sessões de duas horas de duração e todos participavam de campeonatos a nível estadual e nacional.

Os voluntários foram medidos e avaliados em três dias consecutivos, sendo:

1º dia: medidas antropométricas, estágio de maturação biológica, e familiarização ao teste de impulsão vertical (CMJ e SJ).

2º dia: avaliação do desempenho no ISOtest 60 e ISOtest 180 realizada no laboratório de avaliação de força da Escola de Fisioterapia da UFMG.

3º dia: Teste de impulsão vertical e exercício de intensidade subjetiva máxima (EISM) realizado no Laboratório de Fisiologia do Exercício da escola de Educação Física da UFMG.

4 RESULTADOS

4.1 -Características gerais da amostra (massa corporal, altura, IMC e idade)

As características gerais da amostra são apresentadas na TAB. 3

TABELA 3: Características gerais da amostra

Variável	n	Medidas descritivas			
		Mínimo	Máximo	Média	d.p.
Massa corporal [kg]	16	32,4	51,8	39,4	7,0
Altura [cm]	16	140,0	156,0	144,3	4,8
Idade [anos]	16	10,5	13,2	12,1	0,7
IMC [Kg/ m ²]	16	15,9	21,0	18,2	1,63

4.2 - Correlação entre concentração sanguínea de lactato [La] e desempenho no Exercício de Intensidade Subjetiva Máxima (EISM)

Os dados referentes aos valores de desempenho no EISM e [La] são apresentados na TAB. 4

TABELA 4: Valores de desempenho no EISM e [La]

Variável	N	Medidas descritivas			
		Mínimo	Máximo	Média	d.p.
<i>Pmed</i> [W]	16	286,0	565,0	395,8	86,6
<i>Ppico</i> [W]	16	320,0	652,0	457,8	101,9
<i>Pmed rel</i> [W.kg ⁻¹]	16	8,3	11,5	10,1	0,9
<i>Ppico rel</i> [W.kg ⁻¹]	16	9,3	12,9	11,7	1,0
[La] [mmol.l ⁻¹]	16	4,7	9,6	7,0	1,7

A TAB. 5 apresenta os coeficientes de correlação de Pearson (r) observados entre [La] e as variáveis de desempenho no EISM.

TABELA 5: Coeficiente de correlação de Pearson entre [La] e desempenho no EISM

Variável	R	p
<i>Pmed</i> [W]	0,41	0,1189
<i>Ppico</i> [W]	0,42	0,1067
<i>Pmed rel</i> [W.kg ⁻¹]	0,67*	0,0042
<i>Ppico rel</i> [W.kg ⁻¹]	0,74*	0,0010
<i>Tppico</i> [s]	-0,40	0,1281

Nota: r → coeficiente de correlação de Pearson;

p → probabilidade de significância do teste da análise de correlação

* Correlação significativa

Observou-se moderada correlação entre a Ppico rel ($r=0,74$), a Pmed rel ($r=0,67$) e [La] no EISM. As demais variáveis de desempenho no EISM estudadas não apresentaram correlação significativa com [La].

4.3 - Correlação entre as variáveis de desempenho no ISOtest 60 (teste de desempenho muscular no dinamômetro isocinético com velocidade de 60 graus/Seg, média das duas pernas) e desempenho no EISM

Os dados referentes aos valores de desempenho alcançados no EISM e no ISOtest 60 estão apresentados nas TAB. 4 e TAB. 6, respectivamente.

TABELA 6: Variáveis de desempenho no ISOtest 60

Variável	N	Medidas descritivas			
		Mínimo	Máximo	Média	d.p.
Torque Max [N.m]	16	71,5	140,5	101,9	19,1
Torque max rel [%]	16	192,1	329,0	264,9	36,0
Torque Max [mseg]	16	375,0	740,0	551,6	103,2
Trab rel [%]	16	205,8	351,5	268,0	38,9
Trab [J]	16	221,7	389,0	288,0	50,5
Pot med Iso [W]	16	47,5	96,2	68,4	13,8

Nota: r → coeficiente de correlação de *Pearson*;
 p → probabilidade de significância do teste da *análise de correlação*
 * Correlação significativa

A TAB. 7 apresenta os coeficientes de correlação de Pearson (r) entre as variáveis de desempenho no ISOtest 60 e desempenho no EISM.

TABELA 7: Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis de desempenho no ISOtest 60 e desempenho no EISM

Variável	<i>Pmed (W)</i>		<i>Ppico(W)</i>		<i>Pmed rel (W.kg⁻¹)</i>		<i>Ppico rel (W.kg⁻¹)</i>		<i>Tppico (s)</i>	
	R	p	r	p	r	P	r	p	r	p
Torque Max [N.m]	0,86*	0,0001	0,89*	0,0001	0,46	0,0712	0,55*	0,0257	-0,50*	0,0482
Torque max rel [%]	0,35	0,1893	0,33	0,2125	0,67*	0,0045	0,66*	0,0049	-0,27	0,3195
Torque Max [mseg]	0,21	0,4354	0,15	0,5793	0,19	0,4906	0,07	0,7951	-0,01	0,9718
Trab rel [%]	0,27	0,3204	0,22	0,4081	0,71*	0,0019	0,65*	0,0070	-0,27	0,3176
Trab [J]	0,81*	0,0002	0,81*	0,0002	0,55*	0,0267	0,60*	0,0145	-0,54*	0,0319
Pot med Iso [W]	0,84*	0,0001	0,86*	0,0001	0,43	0,0977	0,53*	0,0359	-0,61*	0,0124

Nota: r → coeficiente de correlação de Pearson; p → probabilidade de significância do teste da análise de correlação

Observou-se forte correlação entre a $Pmed$ alcançada no EISM e: Torque Máx ($r=0,86$), Trab ($r=0,81$) e $Pmed$ Iso ($r=0,84$), estudadas no ISOtest 60. As demais variáveis de desempenho, estudadas no ISOtest 60, não apresentaram correlação significativa com a $Pmed$ no EISM.

Verificou-se forte correlação entre a $Ppico$ no EISM e: Torque Máx ($r=0,89$), Trab ($r=0,81$) e $Pmed$ Iso ($r=0,86$), estudadas no ISOtest 60. As demais

variáveis de desempenho, estudadas no ISOtest 60, não apresentaram correlação significativa com a Ppico no EISM.

Foi observada moderada correlação entre a Pmed rel no EISM e: Torque máx rel ($r=0,67$), Trab rel ($r=0,71$) e Trab ($r=0,55$), estudadas no ISOtest 60. As demais variáveis de desempenho, estudadas no ISOtest 60, não apresentaram correlação significativa com a Pmed rel no EISM.

Foi verificada moderada correlação entre a Ppico rel no EISM e: Torque máx ($r=0,55$), Torque máx rel ($r=0,66$), Trab rel ($r=0,65$), Trab ($r=0,60$) e Pmed Iso ($r=0,53$), estudadas no ISOtest 60. As demais variáveis de desempenho, estudadas no ISOtest 60, não apresentaram correlação significativa com a Ppico rel no EISM.

Uma moderada correlação foi observada entre a Tppico no EISM e: Torque Máx ($r=-0,50$), Trab ($r=0,-54$) e Pmed Iso ($r=-0,61$), estudadas no ISOtest 60. As demais variáveis de desempenho, estudadas no ISOtest 60, não apresentaram correlação significativa com o Tppico no EISM.

4.4 - Correlação entre as variáveis de desempenho no ISOtest 180 (teste de desempenho muscular no dinamômetro isocinético com velocidade de 180 graus/seg. média das duas pernas) e desempenho no EISM

Os dados referentes aos valores de desempenho no EISM e no ISOtest 180 estão apresentados nas TAB. 4 e TAB. 8, respectivamente.

TABELA 8: Variáveis de desempenho ISOtest 180

Variável	n	Medidas descritivas			
		Mínimo	Máximo	Média	d.p.
Torque Max [N.M]	16	54,7	105,9	76,1	14,3
Torque max rel [%]	16	146,9	232,8	197,7	25,0
Torque Max [mseg]	16	120,0	285,0	222,5	38,0
Trab rel [%]	16	144,9	246,1	195,0	27,5
Trab [J]	16	14,5	308,5	209,6	45,2
Pot med Iso [w]	16	81,1	174,3	120,5	26,1

A TAB. 9 apresenta os coeficientes de correlação de Pearson (r) entre as variáveis de desempenho no ISOtest 180 e desempenho no EISM.

TABELA 9: Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis de desempenho no ISOtest 180 e desempenho no EISM

Variável	Pmed (W)		Ppico(W)		Pmed rel (W.kg ⁻¹)		Ppico rel (W.kg ⁻¹)		Tppico (s)	
	r	p	r	p	r	P	r	p	r	p
Torque Max [N.m]	0,93*	0,0001	0,94*	0,0001	0,50*	0,0474	0,59*	0,0162	-0,60*	0,0146
Torque max rel [%]	0,46	0,0729	0,44	0,0902	0,76*	0,0006	0,76*	0,0007	-0,42	0,1044
Torque Max [mseg]	0,19	0,4787	0,21	0,4394	0,03	0,9100	0,07	0,79	-0,13	0,6290
Trab rel [%]	0,45	0,0768	0,43	0,0967	0,74	0,0010	0,73*	0,0014	-0,41	0,1130
Trab [J]	0,88*	0,0001	0,89*	0,0001	0,50*	0,0495	0,58*	0,0198	-0,58*	0,0180
Pot med Iso [W]	0,87*	0,0001	0,89*	0,0001	0,52*	0,0399	0,61*	0,0121	-0,57*	0,0203

Nota: r → coeficiente de correlação de Pearson; p → probabilidade de significância do teste da análise de correlação

Observou-se forte correlação entre a Pmed alcançada no EISM e: Torque Máx ($r=0,93$), Trab ($r=0,88$) e Pmed ($r=0,87$), estudadas no ISOtest 180. As demais variáveis de desempenho, estudadas no ISOtest 180, não apresentaram correlação significativa com a Pmed alcançada no EISM.

Observa-se forte correlação entre a Ppico alcançada no EISM e: Torque Máx ($r=0,94$), Trab ($r=0,89$) e Pmed Iso($r=0,89$), estudadas no ISOtest 180. As demais variáveis de desempenho, estudadas no ISOtest 180, não apresentaram correlação significativa com a Ppico alcançada no EISM.

Verificou-se moderada correlação entre a Pmed rel alcançada no EISM e: Torque Max ($r=0,50$), Trab rel ($r=0,74$) , Trab ($r=0,50$) e Pmed ($r=0,52$), estudadas no ISOtest 180. Observou-se forte correlação entre a Pmed rel alcançada no EISM e: Torque Max rel ($r=0,76$), estudadas no ISOtest 180. As demais variáveis de desempenho, estudadas no ISOtest 180, não apresentaram correlação significativa com a Pmed rel alcançada no EISM.

Foi observada moderada correlação entre a Ppico relativa alcançada no EISM e: Torque Max ($r=0,59$), Trab rel ($r=0,73$), Trab ($r=0,58$) e Pmed Iso ($r=0,61$), estudadas no ISOtest 180. Observou-se forte correlação entre a Ppico rel alcançada no EISM e: Torque Max rel ($r=0,76$), estudadas no ISOtest 180. As demais variáveis de desempenho, estudadas no ISOtest 180, não apresentaram correlação significativa com a Ppico rel alcançada no EISM.

Verificou-se moderada correlação entre a Tppico alcançada no EISM e: Torque Max ($r=-0,60$), Trab ($r=-0,58$) e Pmed Iso ($r=-0,57$), estudadas no ISOtest 180.

As demais variáveis de desempenho, estudadas no ISOtest 180, não apresentaram correlação significativa com o Tppico alcançado no EISM.

4.5 - Correlação entre as variáveis de desempenho no ISOtest 60 e desempenho no teste de saltos verticais: Squat Jump (SJ) e Counter Movement Jump (CMJ)

Os dados referentes aos valores de desempenho alcançados no ISOtest 60 e nos testes de saltos (SJ e CMJ) estão apresentados nas TAB. 6 e TAB. 10, respectivamente.

TABELA 10: Variáveis de desempenho no SJ e CMJ

Variável	n	Medidas descritivas			
		Mínimo	Máximo	Média	d.p
SJ [cm]	16	20,2	30,2	25,3	2,9
CMJ [cm]	16	21,7	33,3	28,4	3,8

A TAB. 11 apresenta os coeficientes de correlação de Pearson (r) entre as variáveis de desempenho no ISOtest 60, SJ e CMJ.

TABELA 11: Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis de desempenho no ISOTest 60, SJ e CMJ.

Variável	SJ		CMJ	
	r	p	r	p
Torque Max [N.m]	0,62*	0,0101	0,56*	0,0233
Torque max rel [%]	0,69*	0,0033	0,69*	0,0030
Torque Max [mseg]	-0,14	0,5966	-0,16	0,5501
Trab rel [%]	0,63*	0,0096	0,54*	0,0316
Trab [J]	0,63*	0,0085	0,49	0,0515
Pot med Isso[W]	0,63*	0,0083	0,53*	0,0036

Nota: r → coeficiente de correlação de *Pearson*;
p → probabilidade de significância do teste da *análise de correlação*

Observou-se moderada correlação entre os valores alcançados no SJ e: Torque Max (r=0,62), Torque Max rel (r=0,69), Trab rel (r=0,63), Trab (r=0,63) e Pmed Isso (r=0,63), estudadas no ISOTest 60. As demais variáveis de desempenho, estudadas no ISOTest 60, não apresentaram correlação significativa com os testes de saltos verticais.

Uma moderada correlação foi observada entre o CMJ e: Torque Max (r=0,56), Torque Max rel (r=0,69), Trab rel (r=0,54) e Pmed Iso (r=0,53), estudadas no ISOTest 60. As demais variáveis de desempenho, estudadas no ISOTest 60, não apresentaram correlação significativa com CMJ.

4.6 - Correlação entre as variáveis de desempenho no ISOtest 180, SJ e CMJ

Os dados referentes aos valores de desempenho alcançados no ISOtest 180 e nos testes de saltos (SJ e CMJ) foram apresentados nas TAB. 8 e TAB. 10, respectivamente.

A TAB. 12 apresenta os coeficientes de correlação de Pearson (r) entre as variáveis de desempenho no ISOtest 180, SJ e CMJ.

Tabela 12: Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis de desempenho no ISOtest 180, SJ e CMJ.

Variável	SJ		CMJ	
	r	p	r	p
Torque Max [N.m]	0,57*	0,0208	0,50*	0,0461
Torque max rel [%]	0,65*	0,0061	0,65*	0,0063
Torque Max [mseg]	0,10	0,7077	0,07	0,7987
Trab rel [%]	0,62	0,0106	0,59*	0,0169
Trab [J]	0,56*	0,0231	0,45	0,0814
Pot med Iso [W]	0,65*	0,0069	0,51*	0,0431

Nota: r → coeficiente de correlação de *Pearson*;
 p → probabilidade de significância do teste da *análise de correlação*

Uma moderada correlação foi observada entre os valores alcançados no SJ e: Torque Max ($r=0,57$), Torque Max rel ($r=0,65$), Trab rel ($r=0,62$), Trab ($r=0,56$) e

Pmed Iso ($r=0,65$), estudadas no ISOtest 180. As demais variáveis de desempenho, estudadas no ISOtest 180, não apresentaram correlação significativa com SJ.

Verificou-se moderada correlação entre os valores alcançados no CMJ e: Torque Max ($r=0,50$), Torque Max rel ($r=0,65$), Trab rel ($r=0,59$) e Pmed Iso ($r=0,51$), estudadas no ISOtest 180. As demais variáveis de desempenho, estudadas no ISOtest 180, não apresentaram correlação significativa com CMJ.

5 DISCUSSÃO

5.1 Correlação entre concentração sanguínea de lactato [La] e desempenho no Exercício de Intensidade Subjetiva Máxima (EISM)

Os valores de lactato ($7,0 \pm 1,7$ [mmol.l⁻¹]) Pmed ($395,8 \pm 86,6$ [W], Ppico ($457,8 \pm 101,9$ [W], Pmed rel ($10,1 \pm 0,9$ [W.kg⁻¹]), Ppico rel ($11,7 \pm 1,0$ [W.kg⁻¹]) e TPpico ($4,6 \pm 1,1$ [s]) encontrados neste estudo, durante o EISM, estão de acordo com os valores citados na literatura. Observou-se resultados semelhantes nos trabalhos de Mero et al. (1990), Ávila (2003) e Carneiro (2004), onde foram estudadas populações pediátricas em situações semelhantes às da presente investigação. Os valores obtidos para as variáveis acima mencionadas são menores que os tipicamente observados em adultos em condições semelhantes, tanto para o sexo masculino (Prado, 1997,1998; Sevilho, 2001; Silva, 2002), quanto para o feminino (Santos, 2002).

Foi verificada, neste estudo, uma moderada correlação entre a Ppico rel ($r=0,74$) e a Pmed rel ($r=0,67$) e [La] alcançados no EISM. As demais variáveis de desempenho no EISM estudadas não apresentaram correlação significativa com [La]. O metabolismo anaeróbio láctico é determinante do desempenho em exercícios supramáximos em adultos, sendo que concentrações musculares de H⁺ e lactato e a lactacidemia são positivamente correlacionadas com o desempenho em exercícios de alta intensidade e curta duração (MAUGHAN et al., 2000).

Carneiro (2004) comparou crianças púberes treinadas e não-treinadas quanto à potência e concentrações máximas de [La] após EISM, tendo observado que houve diferença nas Ppico e Pmed (absoluta e relativa à massa corporal) entre crianças treinadas e não treinadas. No entanto, não houve diferença entre os grupos nas concentrações máximas de [La].

Segundo Mero (1988), o fato de não ter sido detectada nenhuma diferença significativa nos níveis máximos de [La] entre meninos treinados e não treinados após exercício de alta intensidade e curta duração pode indicar a existência de outros fatores, que não se relacionam às vias de produção de energia, para o melhor desempenho no grupo de crianças treinadas. Mero *et al.* (1990), observaram maiores valores de Ppico entre os corredores de velocidade, quando comparados com corredores de longa distância e levantadores de peso, em populações pediátricas. Segundo estes autores, os maiores valores de Ppico alcançados por corredores de curta distância eram esperados, pois, estes indivíduos apresentariam maior número de fibras de contração rápida nos músculos dos membros inferiores do que os outros garotos treinados em outras modalidades.

Os resultados encontrados na literatura são contraditórios. Segundo Carneiro (2004), as diferenças observadas na Ppico e Ppico rel entre as crianças treinadas e não treinadas indicam maior produção de força muscular durante o exercício em intensidade máxima pelo grupo treinado, provavelmente devido às adaptações neuromusculares advindas do treinamento.

Ainda, Carneiro (2004) observou maiores concentrações de amônia sanguínea no grupo de garotos treinados em relação ao grupo não treinado. Porém, não observou diferença nas concentrações de [La] entre garotos treinados e não treinados. Este fato reforça a hipótese de que o melhor desempenho do grupo treinado, para as variáveis de Ppico e Ppico rel, parece estar mais associado a fatores neurais do que a fatores de metabolismo energético. Esses resultados sugerem que indivíduos treinados parecem recrutar um maior número de fibras de contração rápida que indivíduos não treinados, uma vez que fibras de contração rápida sabidamente produzem mais amônia que as de contração lenta no exercício de alta intensidade e curta duração (PRADO, 1998).

Isto sugere que fatores neurais devem ser considerados, quando da interpretação de resultados obtidos em testes de capacidade anaeróbia, o que está de acordo com Inbar e Bar-Or (1986), que sugerem que as diferenças no desempenho nestes testes não se restringem às diferenças na capacidade de gerar energia pelas vias metabólicas anaeróbias.

5.2 Correlação entre as variáveis de desempenho no ISOTest e no EISM.

Os valores de Pmed ($395,8 \pm 86,6$ [W]), Ppico ($457,8 \pm 101,9$ [W]), Pmed relativa ($10,1 \pm 0,9$ [W.kg⁻¹]), Ppico rel ($11,7 \pm 1,0$ [W.kg⁻¹]) e TPpico ($4,6 \pm 1,1$ [s]) encontrados neste estudo estão de acordo os valores citados por, Mero et al. (1990), Ávila (2003) e Carneiro (2004).

Os valores de desempenho observados no ISOtest estão descritos como média e desvio padrão para as velocidades de 60 graus/seg e 180 graus/seg, respectivamente: Torque máx ($101,9 \pm 19,1$ [N.m]; $76,1 \pm 14,3$ [N.m]), Torque máx rel ($264,9 \pm 36,0$ [%]; $197,7 \pm 25,0$ [%]), TTorque máx ($551,6 \pm 103,2$ [mseg]; $222,5 \pm 38,0$ [mseg]), Trab rel ($268,0 \pm 38,9$ [%]; $195,0 \pm 27,5$ [%]), Trab ($288,0 \pm 50,5$ [J]; $209,6 \pm 45,2$ [J]) e Pmed Iso ($68,4 \pm 3,8$ [W]; $120,5 \pm 26,1$ [W]).

Não foram encontrados na literatura trabalhos que buscassem correlacionar as variáveis de desempenho no exercício isocinético de extensão do joelho de modo concêntrico e as variáveis de desempenho no cicloergômetro.

No estudo de Hansen *et al.* (1999), foi observada correlação significativa entre testosterona e o desenvolvimento de força em jovens atletas. Os atletas de elite apresentaram, independentemente do nível de testosterona, maiores níveis de força muscular, na avaliação isométrica, em relação aos atletas que não são de elite, quando estudados em termos absolutos. Observa-se que a potência média é maior na velocidade de 180 graus/seg e que o tempo para alcançar a Ppico é menor nesta velocidade, em relação à velocidade angular de 60 graus / seg. Isto está de acordo com a fórmula de potência ($P = F \times V$). onde, P= potência, F= força e V= velocidade.

Observou-se forte correlação entre a Pmed no EISM e: Torque Max ($r=0,86$), Trab ($r=0,81$) e Pmed Iso ($r=0,84$) quando estudadas no ISOtest 60 e, quando estudadas no ISOtest 180, observou-se forte correlação com: Torque Max ($r=0,93$), Trab ($r=0,88$) e Pmed Iso ($r=0,87$). As demais variáveis de

desempenho estudadas no ISOtest (60 e 180), não apresentaram correlação significativa com a Pmed no EISM. Estes resultados estão de acordo com os estudos de Driss et al. (2002), que observaram correlação significativa entre Torque Max e desempenho muscular em termos absolutos e, aumento significativo na correlação ($0,22 < r < 0,69$) em relação ao aumento da velocidade angular, quando os resultados eram relatados em termos relativos ao peso corporal, ao estudar atletas adultas.

Estes resultados estão de acordo com os estudos de Patton e Duggan (1987), que observaram forte correlação significativa (0,76) entre Torque max e Pmed ao estudar indivíduos adultos do sexo masculino no Teste de Wingate e Teste de resistência isocinética (extensão do joelho no dinamômetro isocinético durante 60 segundos).

Observou-se forte correlação entre a Ppico no EISM e: Torque Máx ($r=0,89$), Trab ($r=0,81$) e Pmed Iso ($r=0,86$), estudadas no ISOtest 60 e, quando estudadas no ISOtest 180, observou-se forte correlação com; Torque Max ($r=0,94$), Trab ($r=0,89$) e Pmed Iso ($r=0,89$). As demais variáveis de desempenho estudadas no ISOtest (60 e 180), não apresentaram correlação significativa com a Ppico no EISM. Estes resultados não corroboram com o observado por Patton e Duggan (1987), que observaram moderada correlação significativa ($r=0,52$) entre Torque máximo e Ppico ao estudar indivíduos adultos do sexo masculino no Teste de Wingate e Teste de resistência isocinética (extensão do joelho no dinamômetro isocinético durante 60 segundos).

Observou-se moderada correlação entre a Pmed rel no EISM e: Torque Max rel ($r=0,67$), Trab rel ($r=0,71$) e Trab ($r=0,55$), estudadas no ISOtest 60 e, também com: Torque Máx ($r=0,50$), Trab rel ($r=0,74$), Trab ($r=0,50$) e Pmed Iso ($r=0,52$); quando estudadas no ISOtest 180 e forte correlação com o Torque Max rel ($r=0,76$) estudadas no ISOtest 180. As demais variáveis de desempenho estudadas no ISOtest (60 e 180), não apresentaram correlação significativa com a Pmed rel no EISM. Estes resultados estão de acordo com os estudos de Driss et al. (2002), que verificaram, ao estudar atletas adultas, aumento significativo na correlação entre Torque Max e desempenho muscular em termos absolutos quando comparado ao aumento da velocidade angular. Estes resultados não estão de acordo com os estudos de Patton e Duggan (1987), em indivíduos adultos verificaram forte correlação significativa ($r=0,76$) entre Torque Max e Pmed.

Observou-se moderada correlação entre a Ppico rel no EISM e: Torque Max ($r=0,55$), Torque rel ($r=0,66$), Trab rel ($r=0,65$), Trab ($r=0,60$) e Pmed Iso ($r=0,53$), estudadas no ISOtest 60 e moderada correlação no ISOtest 180 com; Torque Max ($r=0,59$), Trab rel ($r=0,73$), Trab ($r=0,58$) e Pmed Iso ($r=0,61$), e forte correlação com; Torque Max rel ($r=0,76$). As demais variáveis de desempenho estudadas no ISOtest (60 e 180), não apresentaram correlação significativa com a Ppico rel no EISM.

Estes resultados estão de acordo com os estudos de Driss et al. (2002), que observaram correlação significativa entre Torque Max e desempenho muscular em termos absolutos. Também houve aumento significativo na correlação

($0,22 < r < 0,69$) em relação ao aumento da velocidade angular, quando os resultados eram relatados em termos relativos ao peso corporal em atletas adultas. Estes resultados não estão de acordo com os estudos de Patton e Duggan (1987), que observaram moderada correlação significativa ($r=0,52$) entre Torque máx e Ppico em adultos masculinos nos Testes de Wingate e de resistência isocinética.

Observou-se moderada correlação entre o TPpico no EISM e: Torque Max ($r= -0,50$), Trab ($r= -0,54$) e Pmed Iso ($r= -0,61$), estudadas no ISOtest 60 e, quando estudadas no ISOtest 180, observou-se moderada correlação com; Torque Max ($r= -0,60$), Trab ($r= -0,58$) e Pmed Iso ($r= -0,57$). As demais variáveis de desempenho estudadas no ISOtest 60 e 180, não apresentaram correlação significativa com a o TPpico no EISM.

5.3 Correlação entre as variáveis de desempenho no ISOtest (60 e 180), SJ e CMJ

Os valores de SJ ($25,3 \pm 2,9$ [cm]) e CMJ ($28,4 \pm 3,8$ [cm]) encontrados neste estudo estão de acordo os valores citados na literatura. Carneiro (2004) observou valores (em população de mesmo estágio maturacional que a deste estudo) de SJ ($25,2 \pm 3,09$ [cm]) e CMJ ($26,9 \pm 2,79$ [cm]). Bencke (2002), observou diferenças entre o desempenho no SJ e CMJ de crianças atletas e não atletas em diferentes modalidades esportivas. Isto indica que indivíduos

treinados podem ter melhor desempenho nos testes de salto. Este fato não está de acordo com os resultados obtidos por Mero et al. (1990), que estudaram indivíduos treinados e não treinados, e não verificaram diferenças entre os mesmos em testes de impulsão vertical. Observou-se moderada correlação entre o desempenho no SJ e: Torque Max ($r=0,62$), Torque Máx rel ($r=0,69$), Trab rel ($r=0,63$), Trab ($r=0,63$) e Pmed Iso ($r=0,63$), variáveis estudadas no ISOtest 60 e, quando estudada no ISOtest 180, observou-se moderada correlação com: Torque Max ($r=0,57$), Torque Máx rel ($r=0,65$), Trab rel ($r=0,62$), Trab ($r=0,56$) e Pmed Iso ($r=0,65$). As demais variáveis de desempenho estudadas no ISOtest (60 e 180), não apresentaram correlação significativa com o desempenho no SJ. Estes resultados não estão de acordo com os estudos de Jablonowsky et al. (1992), que observaram fraca correlação ($-0,02$ a $0,23$) entre desempenho no SJ e o desempenho de adultos no Teste de Wingate.

É importante notar que, no presente estudo, foram observadas maiores correlações entre desempenho nos testes de salto e no ISOtest 60 do que no de 180. Estes resultados não estão de acordo com os estudos de Rahmani et al. (2001), que observaram que a força produzida durante o SJ era linearmente relacionada com a velocidade de corrida dos voluntários.

Uma moderada correlação foi observada entre o desempenho no CMJ e: Torque Máx ($r=0,56$), Torque Max ($r=0,69$), Trab rel ($r=0,54$) e Pmed Iso ($r=0,53$), variáveis estudadas no ISOtest 60 e, quando estudada no ISOtest 180, observou-se moderada correlação com: Torque Máx ($r=0,50$), Torque Max

rel ($r= 0,65$), Trab rel ($r=0,59$) e Pmed Iso ($r=0,51$). As demais variáveis de desempenho estudadas no ISOtest, em ambas as velocidades, não apresentaram correlação significativa com os valores alcançados no CMJ. Estes resultados estão de acordo com os estudos de Ozcakar et al. (2003), que observaram correlação significativa entre força de extensão do joelho na velocidade de 60 graus/seg e o desempenho em teste de salto vertical em atletas de elite.

Os resultados do presente estudo estão, ainda, de acordo com Ostenberg et al. (1998), que verificaram baixas, mas significativas, correlações entre desempenho nos Testes de dinamometria isocinética e de salto vertical.

Carneiro (2004), ao comparar crianças treinadas e não treinadas observou melhor desempenho em exercício de intensidade subjetiva máxima, em cicloergômetro, na impulsão vertical e na velocidade de corrida no grupo de crianças treinadas. No entanto, não houve diferenças entre os grupos na concentração máxima de lactato sanguíneo, indicando a existência de outro fator, que não a via de produção de energia, para diferenciar o desempenho entre estes grupos.

Dawson et al. (1998), observaram correlações positivas entre o percentual das fibras de contração rápida (tipo II) de indivíduos treinados e o desempenho em exercício de alta intensidade e curta duração (corrida de 40 metros). Também Van Praagh (2000) observou aumento na distribuição de fibras tipo II com o avançar da idade, que pode indicar uma vantagem para a criança mais velha, quando comparada com a mais jovem. No presente estudo este fenômeno não

pode ser testado devido ao fato de que todos os voluntários pertenciam ao mesmo estágio de maturação.

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo indicam que:

- o desempenho de populações pediátricas, em testes de capacidade anaeróbia em cicloergômetro, pode estar correlacionado com a capacidade metabólica láctica do organismo;
- o desempenho em testes de capacidade anaeróbia no cicloergômetro destas populações parece estar fortemente associado à força muscular e aos padrões de recrutamento neural da musculatura;

Perspectiva:

Futuras investigações são necessárias para que seja elucidado o papel das diferentes qualidades físicas sobre o desempenho em exercício de intensidade subjetiva máxima de populações pediátricas, assim como as diferenças entre crianças treinadas e destreinadas e os efeitos de diferentes tipos de exercício físico regular.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American College of Sports Medicine. **Guidelines for graded exercise testing and exercise prescription**. 4. ed. Philadelphia: Lea and Febiger, 1996.

ARAÚJO, C.; LEITE, P.; BARROS, S. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. Belo Horizonte: Health, 1996. 110 p.

ÁVILA, A. A. Efeitos de um programa de treinamento da capacidade anaeróbica em meninos jogadores de futebol de campo. 2003. 104p. Dissertação (Mestrado em Treinamento Esportivo) – Escola de Educação Física, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

AYALON, A., INBAR, O., BAR-OR. **Relationship among measurements of explosive strength and anaerobic power**. International Series on Sport Science. v. 1, Biomechanics IV, Ed. R.C. Nelson and C.A. Morehouse, Baltimore: University Press, p. 572-577, 1974.

BALADY, G. J.; BERRA, A. K. **Diretrizes do American College of Sports Medicine para os testes de esforço e sua prescrição**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.cap. 11, p. 143-153.

BARBANTI, V. J. **Teoria e Prática do Treinamento Desportivo**. 2. ed. São Paulo: Dgard Blucher Ltda., 1997.

BAR-OR, O. **Pediatric sports medicine for the practioner**. New York: Springer-Verlag. 1983.

BAR-OR, O. The Wingate Anaerobic Test: An Update on Methodology, Reliability and Validity. **Sports Med.**, v. 4, p. 381-394, 1987.

BAR-OR, O. The Young athlete: some physiological considerations. **J. Sports Sci.**, n.13, p. 31-33, 1995.

BEDIZ, C. S.; GOKBEL, H.; KARA, M.; UÇOK, K.; ÇIKRIÇI, E.; ERGENE, N. Comparison of the aerobic contributions to wingate anaerobic test performed with two different loads. **J. Sports Med. Phys. Fitness**, v. 38, n. 1, p. 30-34, 1998.

BEUNEN, G.; THOMIS, M. Muscular strength development in children and adolescents. **Ped. Exerc. Sci.**, v.12, p.174-197, 2000.

BENCKE, J.; DAMSGAARD, A.; JORGENSEN, P.; JORGENSEN, K.; KLAUSEN, K. Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. **Scand J. Med. Sci. Sports**. v. 12, n.13, pp. 171-178, jun. 2002.

BERG, A.; KEUL, J. Biochemical changes during exercise in children. In: Malina, R. M., (Ed.) **Young athletes**. A biological, psychological and educational perspective. Champaign, IL.: Human Kinetics, 1988.

BISSAS, A. I.; COOKE, C. B.; PARADISIS, G. P.; LIEFEITH, A. K. The stretch-shorthening cycle and sprinting performance. **J. Sports Sci.**, v. 14, p. 4-5, 1996.

BLIMKIE, C.J.R.; ROACHE, P.; HAY, J.T.; BAR-OR, O. Anaerobic power of arms in teenage boys and girls: relationship to lean tissue. **Eur. J. Appl. Physiol.**, n.57, p. 677-683, 1988.

BOJIKIAN, L. P.; MARTIN, R.H.M.; PARRA, S. A.; BÖHME, M. T. S. Comparação das fases da corrida de velocidade de 30 m. Gepeij-Ladep/Cenesp - Departamento de Esporte- EEFUSP, São Paulo- Brasil, 2001.

BOSCO, C. Aspectos Fisiológicos de la preparacion del futbolista. Barcelona: Editora Paidotribo, 1991.

BOUCHARD, C.; TAYLOR, A. W.; SIMONEAU, J. A.; DULAC, S. Testing anaerobic power and capacity. In: **Physiology testing of the high performance athlete**, ed. JD., 1990.

BROOKS, G. A. Physical activity and carbohydrate metabolism. In: Physical Activity, Fitness and Health. C. BOUCHARD, et al., Ed. Champaign, IL.: Human Kinetics, 1994.

BULBULIAN, R.; JEONG, J.W.; MURPHY, M. Comparison of anaerobic components of the Wingate and Critical Power tests in males and females. **Med. Sci. Sports Exerc.**, n. 28, p. 1336-1341, 1997.

BURINIE, J.; BRODIE, D.A. Isokinetic measurement in preadolescent males. **Int. J. Sports Med.** Aug; 7(4): 205-9, 1986.

CARNEIRO, A. C. Estudo do desempenho em testes específicos para a capacidade anaeróbica e do metabolismo de lactato e amônia em indivíduos pré-púberes do gênero masculino treinados e não treinados. 2004. 93p. Dissertação (Mestrado em Treinamento Esportivo) – Escola de Educação Física, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CHEETHAM, M.E.; BOOBIS, L.H.; BROOKS, S.; WILLIAMS, C. Human muscle metabolism during sprint running. **J. Appl. Physiol.**, v. 61, n.1, p. 54-60, 1986.

CHIA, M.; ARMSTRONG, N.; CHILDS, D. The assesment of children's anaerobic performance using modifications of the Wingate Anaerobic Test. **Ped. Exerc. Sci.**, v. 9, p. 80-89, 1997.

CUMMING, G. R. Correlation of athletic performance and aerobic power in 12-17 year-old children with bone age, calf muscle, total body potassium, heart volume and two indices of anaerobic power. In: O. BAR-OR (Ed.) **Pediatric Work Physiology**, Netanya, Israel: Wingate Institute, p. 109-135, 1973.

DAVIES, C.T.M. ; WHITE, M.J.; YOUNG, K. Muscle function in children. **Eur. J. Appl. Physiol.**, 52: 111-114, 1983.

DAVIES, C.T.M.; YOUNG, K. Effects of external loading on short-term power output in children and young male adults. **Eur. J. Appl. Physiol.**, 52: 351-354, 1984.

DAWSON, B.; FITZSIMONS, M.; GREEN, S.; GOODMAN, C.; COLE, K. Changes in performance, muscle metabolites, enzymes and fibre types after short sprint training. **Eur. J. Appl. Physiol.**, 78: 163-169, 1998.

DIALLO, O.; DORE, E.; DUCHE, P. E VAN PRAEGH. Effects of plyometric training followed by a reduced training programe on physical performance in prepubescents soccer players. **J. Sports Med. Physical Fitness**, [S.l.] v. 41, p.342-348, 2001.

DRISS, T.; VANDEWALLE, H.; LE CHEVALIER, J. M.; MONOD, H. Force-velocity relationship on a cycle ergometer and knee-extensor strength indices. **Can. J. Apppl. Physiol.** 27(3):250-62, 2002.

DROUIN, J.M.; VALOVICH-McLEOD, T.C.; SHULTZ, S.J.; GANSNEDER, B.M.; PERRIN, D.H. Reability and validity of Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. **Eur. J. Appl. Physiol.**, 24: 2003.

EHLENZ, H., GROSSER, M.; ZIMMERMANN, E. **Entrenamiento de la Fuerza: Fundamentos, Métodos, Ejercicios y Programas de Entrenamiento**. Barcelona: Martinez Roca S.A., 1990.175p.

ENOKA, R. M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia**. 2. ed., São Paulo: Editora Manole Ltda., 2000. 449 p.

ERIKSSON, B. O.; KARLSSON, J.; SALTIN, B. Muscle metabolites during exercise in pubertal boys. **Acta Physiologica Scandinavica**, n. 217(suppl.), p. 154-157, 1971.

ERIKSSON, B.; GOLLNIK, P.; SALTIN, B. Muscle metabolism and enzyme activities after training in 11-13 years-old boys. **Acta Physiologica Scandinavica**, n. 87, p. 485-497, 1973.

FAULKER, R. A. Maturation: Measurement in pediatric exercise science. **Canadian Society for Exercise Physiology**. University of Victoria. British Columbia, Canada. Ed.: Human Kinetics, p. 129-182, 1996.

FEIRING, D.C.; ELLENBECKER, T.S.; DERSCHEID, G.L. Test-retest reliability of the Biodex isokinetic dynamometer. **J. of Orthop. Sports Phys. Therapy**. 11: 298-300, 1990.

FIGONI, S.F.; MORRIS, A. F. Effects of knowledge of results on reciprocal, isokinetic strength and fatigue. **J. of Orthop. Sports Phys. Therapy**. 6: 190-197, 1984.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. Crianças e treinamento de força. In: **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 2. ed. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul, Cap. 10, p.184-199, 1999.

FOURNIER, M.; RICCI, J.; TAYLOR, A W.; FERGUSON, R. J.; MONTPETIT, R. R.; CHITMAN, B. R. Skeletal muscle adptation in adolescent boys: sprint and endurance training and detraining. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 14, n. 6, p. 453-456, 1982.

FOX, E. L.; BOWERS, R. W.; FOSS, M.L. **Bases fisiológicas da educação física e dos desportos**. 4. ed., Rio de Janeiro: Ed. Guanabara, 1991. 518 p.

FRANÇA, N. M.; BEDU, M.; VAN PRAAGH, E. Performance anaeróbia em escolares de ambos os sexos no período peribupertário. **Atividade Física e Saúde**, v. 8, n. 1, 1998.

GALBO, H. Hormonal and metabolic adaptation to exercise. Georg Thieme Verlag, New York, 1983.

GAUL, C. A. Muscular strength and endurance. In: DORCHETY, D. **Measurement in Pediatric Exercise Science**. Human Kinetics Publishers, Inc., 1995, cap.6, p.225-259.

GONYEA, W. J.; SALE, D. G.; GONYEA, F.B. e MIKESKY, A. Exercise induced increases in muscle fiber number. **Eur. J. Appl. Physiol.**, 55:137-141, 1986.

GORDON, C. ; CHULMEA, W. C.; ROCHE, A P. et al. Stature, recumbent length, weight. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A F.; MORTOREL, R. (ed) **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, p. 3-8, 1988.

GRANIER, P.; MERCIER, B.; MERCIER, J.; ANSELME, F.; PRÉFAUT, C. Aerobic and anaerobic contribution to Wingate test performance in sprint and middle-distance runners. **Eur. J. Appl. Physiol.** n. 70, p. 58-65, 1995.

GREEN, S. A definition and systems view of anaerobic capacity. **Eur. J. of Appl. Physiol.**, v. 69, p. 168-173, 1994.

GUYTON, A. C. **Neurociência básica: anatomia e fisiologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 345 p.

HANSEN, L.; BANGSBO, J.; TWISK, J.; KLAUSEN, K. Development of muscle strength in relation to training level and testosterone in young male soccer players. **J. Appl. Physiol.** 87(3): 1141-1147, 1999.

HARALAMBIE, G. Enzyme activities in skeletal muscle of 13-15 year old adolescent. **Bull. Eur. Physiopath. Respir.**, p. 18, 1982.

HARRE, D.; HAUPTMAN, M. **La Capacidad de la Fuerza y su Entrenamiento**. RED. Tomo VII. 4. Tomo VIII, n. 1, 1994.

HEBESTREIT, H.; MIMURA, K.I.; BAR-OR, O. Recovery of muscle power after high-intensity short-term exercise: comparing boys and men. **J. Appl. Physiol.**, n. 74, p. 2875-2880, 1993.

HILL, D. W.; SMITH, J. C. Circadian rhythm in anaerobic power and capacity, **Can. J. Sports Sci.**, v. 16, n. 1, p. 30-32, 1991.

HOWLEY, E.; FRANKS, B. **Manual do instrutor do condicionamento físico para a saúde**. 3 ed., Porto Alegre: Editora Artes Médicas do Sul, 2000.

INBAR, O., BAR-OR, O. Anaerobic characteristics in male children and adolescents. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 18, n. 3, p. 264-269, 1986.

INBAR, O.; DOTAN, R.; TROUSIL, T.; DVIR, Z. The effect of bicycle crank-length variation upon power performance. **Ergonomics**, v. 26, p. 1139-1146, 1983.

INBAR, O.; BAR-OR, O.; SKINNER, J. S. **The Wingate Anaerobic Test**. Human Kinetics, 1996.

JABLONOWSKY, R.; INBAR, O.; ROTSTEIN, A.; TENENBAUM, G. Evaluation of anaerobic performance capacity by the isokinetic Ariel computerized exercise system-reliability and validity. **J. Sports Med. Phys. Fitness**. 32(3):262-70, 1992.

JACOBS, I.; TESCH, P.A.; BAR-OR, O.; KARLSSON, J.; DOTAN, R. Lactate in human skeletal muscle after 10 and 30s of supramaximal exercise. **J. Appl. Physiol.** v. 55, n. 2, p. 365-367, 1983.

KANDEL, E.; SCHWARTZ, J. e JESSEL, T. **Fundamentos da neurociência e do comportamento**. Rio de Janeiro: Prentice/ Hall do Brasil, 1997. 591 p.

KATCH, F. e McARDLE, L. **Nutrição, Exercício e Saúde**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Médica e Científica Ltda., 1996.

KAVANAGH, M. F.; JACOBS, I. Breath-by-Breath Oxygen Consumption During Performance of the Wingate Test. **Can. J. Sports Sci.**, v. 13, n. 1, p. 91-93, 1987.

KELLER, H.; BAR-OR, O. KRIEMLER, S.; AYUB, B.V.; SAIGAL, S. Anaerobic performance in 5- to 7-yr-old children of low birthweight. **Med. Sci. Sports Exerc.** V. 32, No. 2, pp. 278-283, 2000.

KOMI, P. V.; BOSCO, C. Utilization of stored elastic energy in men and women. **Med. Sci. Sport**, v. 10, p. 261-265, 1978.

KOMI, P. V.; BOSCO, C. Utilization of stored elastic energy in jumping and its relation to skeletal muscle fiber composition in man. In: Asmussen, E. e Jorgensen, K. Biomechanic VI-A. Champaign, I. L.: Human Kinetics, p. 78-85, 1978.

KOTTKE, F.J.; LEHMANN, J. F. Tratado de Medicina Física e Reabilitação de Krusen. 4.ed. São Paulo: Manole, v.1. 1994, 707p.

KRAEMER, W. J. Strength training basics. **The Physician and Sports Medicine**. v. 31, n. 8, Aug. 2003.

KRAEMER, W. J.; HÄKKINEN, K. **Treinamento de Força para o Esporte**. São Paulo: Artmed Editora S.A, 2004. 192 p.

KUNO, S.; TAKAHASHI, H.; FUJIMOTO, K.; AKIMA, H.; MIYAMARU, M.; NEMOTO, I.; ITAI, Y.; KATSUTA, S. Muscle metabolism during exercise using phosphorus-31 nuclear magnetic resonance spectroscopy in adolescents. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 70, 1995.

LAVOIE, N.; DALLAIRE, J.; BARRET, D.; BRAYNE, S. Anaerobic testing using the Wingate and Evans-Quinney protocols with and without toe stirrups. **Can. J. Appl. Sport Sci.**, v. 9, p. 1-5, 1984.

LAZZOLI, J. K. **Teste de Esforço e Prescrição de Exercício**. 4. ed. Rio de Janeiro: Revinter Ltda., 1996. 334 p.

LEHMKUHL, L. D.; SMITH, L. H. **Cinesiologia Clínica de Brunnstrom**. 4. ed. São Paulo: Editora Manole, 1989.

LILJEDAHL, M. E.; HOLM, I.; SYLVEN, C.; JANSSON, E. Different responses of skeletal muscle following sprint training in men and women. **Eur. J. Appl. Physiol.**, n. 74, p. 375-383, 1996.

MALINA, R. M. **Growth and maturation of young athletes**. In: Chang, K. M.; Micheli, L. (Ed.) Sports and Children, 1998.

MANNING, J.; MANNING, C. E PERRIN, D. H. Factor Analysis of Various Anaerobic Power Tests. **J. Sports Med. Physical Fitness**, v. 28, n. 2, p. 138-144, 1988.

MANSO, J.; VALDIVIELSO, M.; CABALLERO, J. **Bases del Entrenamiento Deportivo: Principios y Aplicaciones**. Madrid: Editorial Gymnos, 1996. 518 p.

MARCONDES, E.; VAZ, F. A. C.; RAMOS, J. L. A. ; OKAY, Y. **Pediatria Básica : Pediatria Geral e Neonatal**. 9. ed. São Paulo: Sarvier. Tomo I, 2003. 843p.

MASUDA, K.; KIKUHARA, N.; TAKAHASHI, H.; YAMANAKA, K. The relationship between muscle cross-sectional area and strength in various isokinetic movement among soccer players. **J. Sports Sci.** 21(10): 851-8, 2003.

McARDLE, W.D.; KATCH, F.I. e KATCH, V.L. **Fisiologia do Exercício – energia, nutrição e desempenho humano**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. 695 p.

McARDLE, W.D.; KATCH, F.I. e KATCH, V.L. **Fisiologia do Exercício, Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.

MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. R. Validade da auto-avaliação na determinação da maturação sexual. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 5, 1991.

MATVÉIEV, L.P. **Fundamentos do treinamento desportivo**. Lisboa: Livros Horizonte, 1986. 317 p.

MAUGHAN, R.; GLEESON, M; GREENHAFF, P. L. **Bioquímica do exercício e do treinamento**. 1. ed. São Paulo: Ed. Manole, 2000. 240 p.

MEDBO, J. I. e TABATA, I. Relative importance of aerobic and anaerobic energy releaseduring short-lasting exhausting bicycle exercise. **J. Appl. Physiol.**, v.67, n. 5, p. 1881-1886, 1989.

MELLION, M. B. et al. **Segredos em Medicina Desportiva**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. 524 p.

MERO, A. Blood lactate production and recovery from anaerobic exercise in trained and untrained boys. **Eur. J. Appl. Physiol.**, n. 57, p. 660-666, 1988.

MERO, A.; KAUHANEN, H.; PELTOLA, E.; VUORIMAA, T.; KOMI, P. V. Physiological performance capacity in different prepubescent athletic groups. **J. Sports Med. Phys. Fitness**, Mar., v.30, n.1, p.57-66, 1990

- MOFFROID, M. T. e WHIPPLE, R. H. Specificity of speed of exercise. **Phys. Ther.**, 50:1692-1700, 1970.
- MORITANI, T. e DeVRIES, H. A. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. **Am. J. Phys. Med.**, 58:115-130, 1979.
- NAUGHTON, G., CARLSON, J., FAIRWEATHER, I. Determining the variability of performance on wingate anaerobic tests in children aged 6 – 12 years. **Int. J. Sports Med.**, v. 13, n. 7, p. 512-517, 1992.
- NAUGHTON, G.; FARPOUR-LAMBERT, N. J.; CARLSON, J.; BRADNEY, M.; VAN PRAAGH, E. Physiological Issues Surrounding the Performance of Adolescent Athletes. **Sports Med.**, v. 30, n. 7, p. 309-325, nov. 2000.
- NEVILL, M. E.; BOOBIS, L. H.; BROOKS, S.; WILLIAMS, C. Effects of training on muscle metabolism during treadmill sprint. **J. Appl. Physiol.**, n. 67, p. 2376-2382, 1989.
- OBERT, P.; MANDIGOUTS, S.; NOTTIN, S.; VINET, A.; N'GUYEN, L. D.; LECOQ, A.M. Cardiovascular responses to endurance training in children: effect of gender. **Eur. J. Clin. Invest.**, Mar, v. 33, n. 3, p. 199-208, 2003.
- OSTEMBERG, A.; ROOS, F.; EKDAHL, C.; ROOS, H. Isokinetic knee extensor strength and functional performance in health female soccer players. **Scand. J. Med. Sci. Sports.** 8(5): 257-64, 1998
- OZCAKAR, L.; KUNDURACYOOLU, B.; CETIN, A.; ULKAR, B.; GUNER, R.; HASCELİK, Z. Comprehensive isokinetic knee measurements and quadriceps tendon evaluations in footballers for assessing functional performance. **Br. J. Sports Med.** 37(6):507-510, 2003.
- OZMUN, J.C.; MIKESKY, A. E.; SURBURG, P. R. Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. **Med. Sci. Sports Exerc.**, 26(4): 510-4, 1994.
- PATERSON, D.H.; CUNNINGHAM, D.A.; BUMSTEAD, L.A. Recovery O₂ blood lactic acid: longitudinal analysis in boys aged 11 to 15 years. **Eur. J. Appl. Physiol.**, 55: 93-99, 1986.

PATTON, J.F.; DUGGAN, A. An evaluation of tests of anaerobic power. **Aviat. Space Environ. Med.** 58(3):237-42, 1987.

PERRINE, J. J. e EDGERTON, V. R. Muscle force-velocity and power-velocity relationships under isokinetic loading. **Med. Sci. Sports**, 10:159-166, 1978.

POWERS, S. K e HOWLEY, E. T. **Fisiologia do Exercício: Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho**. 3 ed., São Paulo: Manole, 2000. 527 p.

PRADO, L. S. **Die Trainerbarkeit de anaeroben Stoffwechsels vor der Pubertä unter Berücksichtigung von physiologischen, metabolischen und sportspezifischen Parametern**. Konstanz: Hartung Gorre Verlag, 1996.

PRADO, L. S. Lactate, Ammonia and Catecholamine Metabolism After Anaerobic Training. In: **Children and Exercise XIX**, London, p. 306-312, 1997.

PRADO, L. S. Different lactate, ammonia and catecholamine metabolism in children and adults after supramaximal exercise in swimming. In: **Anais VIII International symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming** (Eds.: K.L. Keskinen; P.V. Komi; A.P. Hollander) Gummerus Printing House, Jyvaeskylae, p. 408-412, 1998.

PRADO, L. S. Fisiologia aplicada ao treinamento de crianças; capacidade anaeróbica. In: Indesp (Org) **Novos conceitos em treinamento esportivo CENESP-UFMG**. Brasília: Indesp, 1999. cap. 2, p. 27-41.

RAHMANI, A.; VIALE, F.; DALLEAU, G.; LACOUR, JR. Force-velocity and power/velocity relationships in squat exercise. **Eur. J. Appl. Physiol.** 84(3):227-32, 2001.

RAMSAY, J. A.; BLIMKIE, C. J. R.; SMITH, K.; GARNEX, S.; MACDOUGALL, J. D.; SALE, D. G. Strength training effects in prepubescent boys. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 22, p. 605-614, 1990.

RIEU, M.; DUVALLET, A.; SCHARAPAN, L.; THIEULART, L.; FERRY, A. Blood lactate accumulation in intermittent supramaximal exercise. **Eur. J. Appl. Physiol.**, n. 57, p. 235-242, 1988.

ROTSTEIN, A.; DOTAN, R.; Bar-Or, O.; TENENBAUM, G. Effect of training on anaerobic threshold, maximal aerobic power and anaerobic performance of preadolescent boys. **Int. J. Sports Med.**, v. 7, n. 5, p. 281-286, 1986.

ROWLAND, T. W. **Developmental Exercise Physiology**. Human Kinetics, 1996.

SALE, D. G. Testing strength and power. In: MACDOUGALL, J.; WENGER, H.; GREEN, H. (Ed.) **Physiological testing of the high-performance athlete**. Champaign: Human, 1987.

SALE, D. G. Neural adaptation to strength training. In: KOMI, P.V., (ed.). **Strenght and Power in Sport**. Oxford: Blackwll Scientific, Cap. 9A, p. 151-168, 1992.

SALTER, R. B. **Distúrbios e Lesões do Sistema Musculoesquelético**. 3. ed., Rio de Janeiro: Editora Médica e Científica Ltda., p. 23-27, 2001.

SANTOS, S. P. O Desempenho de Crianças e Adultos do Gênero Feminino em um Exercício Subjetivo Máximo de 15 Segundos de Duração e as Concentrações Máximas de Amônia e Lactato Sanguíneos. 2002. Dissertação (Mestrado em Treinamento Esportivo) – Escola de Educação Física, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SAWKA, M. N.; KNAWLTON, R. G.; MILES, D. S.; CRITZ, J. B. Post-competition blood lactate concentrations in collegiate swimmers. **Eur. J. Appl. Physiol.**, n. 41, p. 93-99, 1979.

SCHMIDTBLEICHER, D. Training of powers events. In: Komi. P. (ed.): **Strenght and Power in Sport**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, Oxford, p. 381-395, 1992.

SCHMIDTBLEICHER, D. **Modernos Métodos de Treinamento Esportivo**. I Fórum Nacional do Esporte. Centro INDESP de Excelência Esportiva – CENESP/EEF/UFMG, 1999.

SEGER, J.Y.; THORSTENSSON, A. Muscle strength and electromyogram in boys and girls followed through puberty. **Eur. J. Appl. Physiol.**, 81: 54-61, 2000.

SEGER, J.Y.; THORSTENSSON, A. Muscle strength and myoelectric activity in prepubertal and adult males and females. **Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.**, 69(1): 81-7, 1994.

SEVÍLIO, M.N.O.J. O estudo das Concentrações Sanguíneas de Lactato e Amônia e do Desempenho no Teste de Wingate e em Exercício Supramáximo de 15 segundos em Cicloergômetro. 2001. Dissertação (Mestrado em Treinamento Esportivo) – Escola de Educação Física, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SHARP, R.L.; COSTILL, D.L.; FINK, W.J.; KING, D.S. Effects of eight weeks of bicycle ergometer sprint training on human muscle buffer capacity. **Int. J. Sports Med.**, v. 7, n. 1, p. 13-17, 1986.

SILVA, K.E.S. Estudo das concentrações sanguíneas de amônia e lactato e do desempenho de crianças pré-púberes do sexo masculino em exercícios supramáximos de 15 a 30s de duração realizados em cicloergômetro. 2002. Dissertação (Mestrado em Treinamento Esportivo) – Escola de Educação Física, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

STEVENS, G.H.J.; WILSON, B.W. Aerobic contribution to the Wingate test. **Med. Sci. Sports Exerc.**, 18:S2, 1986.

TANNER, J. M. **Growth and adolescence**. 2. ed. Oxford, Balckwell Scientific Publications, 1962.

TAYLOR, D. J.; KEMP, G. J.; THOMPSON, C. H.; RADDA, G. K. Ageing: effects on oxidative function of skeletal muscle in vivo. **Mol. Cell. Biochem.**, p.174, 1997.

THORSTENSSON, A.; SJÖDIN, B.; KARLSSON, J. Enzyme activities and muscle strenght after “sprint training” in man. **Acta Physiol. Scand.**, n. 94, p. 313-318, 1975.

TUBINO, M. **Metodologia Científica do Treinamento Desportivo**. 11. ed. São Paulo: IBASA, 1993. 435 p.

UGRINOWITSCH, C. e BARBANTI, V. J. O ciclo de alongamento e encurtamento e a “performance” no salto vertical. **Revista Paulista de Educação Física**. São Paulo. V. [S.I.] p. 85-94, 1998.

UEZU, R.; BOJIKIAN, L. P.; REGAZZINI, M.; BÖHME, M. T. S.; KISS, M. A. P. D. M. **Validação da auto-avaliação puberal masculina através da utilização de desenhos**. Gepetij- Ladesp/Cenesp - Departamento de Esporte - EEFUSP, São Paulo, Brasil, 2000.

VAN PRAAGH, E. **Pediatric anaerobic performance**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1998.

VAN PRAAGH, E. Developmental of anaerobic function during childhood and adolescence. **Pediatric Exercise Science**, v. 12, p. 150-173, 2000.

VAN PRAAGH, E. & DORE, E. Short- term muscle power during growth and maturation. **Sports Med.**, v. 32, n. 11, p.701-28, 2002.

VANDEWALLE, H.; PERES G.; MONOD, H. Standard anaerobic exercise tests. **Sports Med.**, n.4, p. 268-289, 1987.

WEICKER, H.; STROBEL, B. **Sportmedizin: Biochemisch-physiologische Grundlagen und ihre sportartspezifische Bedeutung**. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1994.

WEINECK, J. **Treinamento ideal: instruções técnicas sobre o desempenho fisiológico, incluindo considerações específicas de treinamento infantil e juvenil**. 2. ed. São Paulo: Editora Manole Ltda, 1999. 740 p.

WEINECK, J. **Manual de Treinamento Esportivo**. 2. ed. São Paulo: Editora Manole Ltda, 1989. 292 p.

WEINECK, J. **Biologia do Esporte**. São Paulo: Editora Manole Ltda, 2000. 599 p.

WILLIAMS, C.A. Anaerobic performance of prepubescent and adolescent children. Unpublished doctoral dissertation, University of Exeter, United Kingdom, 1995. IN: CHIA, M.; ARMSTRONG, N.; CHILDS, D. The assesment of children's anaerobic performance using modifications of the Wingate Anaerobic Test. **Ped. Exerc. Sci.**, v. 9, p. 80-89, 1997.

WILLIAMS, J.R.; ARMSTRONG, N.; The influence of age and sexual maturation on children's blood lactate responses to exercise. **Ped. Exerc. Sci.**, n. 3, p. 111-120, 1991.

WILMORE, J. H. e COSTILL, L. D. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. 2. ed., São Paulo: Editora Manole, 2001. 708 p.

ZAKHAROV, A. **Ciência do treinamento esportivo**. Rio de Janeiro: Grupo Palestra Sport, 1992.

8. ANEXOS

8.1. ANEXO A

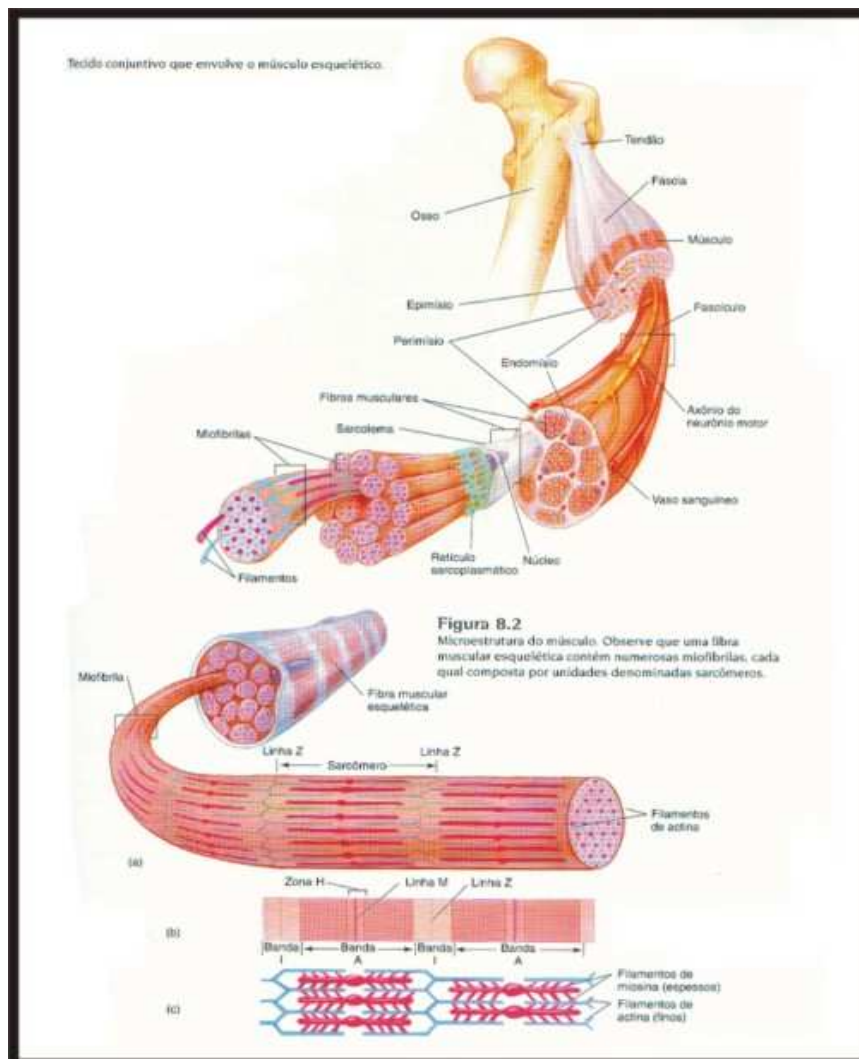


FIGURA 1 - Músculo estriado esquelético: (a) corte transversal de um músculo esquelético apresentando sua macroestrutura; (b) microestrutura do músculo. Observar que uma fibra muscular esquelética contém numerosas miofibrilas, cada qual composta por unidades denominadas sarcômeros.

FONTE: POWERS e HOWLEY, 2000.p.127.

8.2. ANEXO B

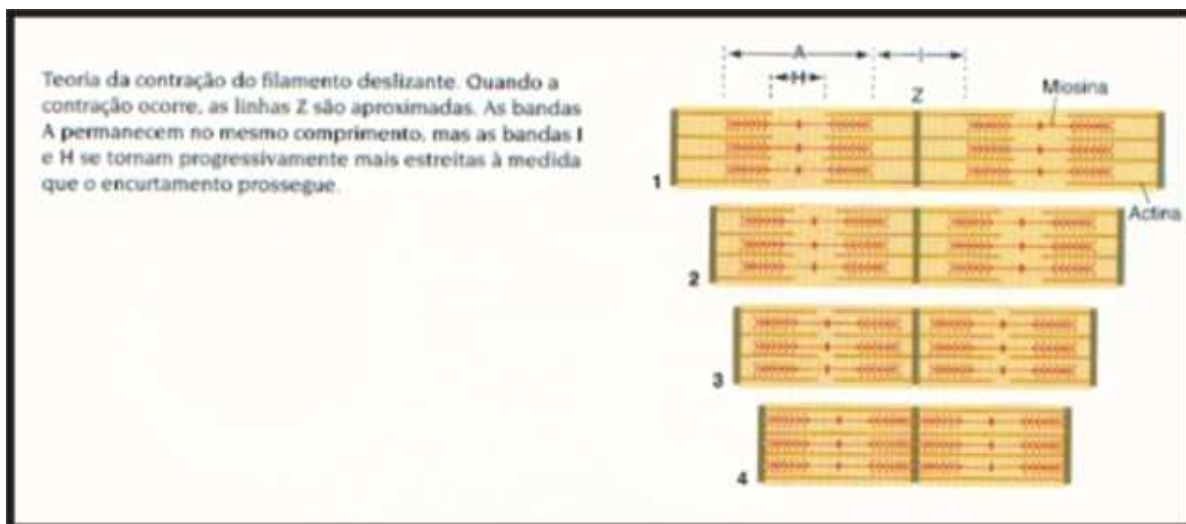


FIGURA 2: Aspecto estriado típico dos músculos esqueléticos.

FONTE - POWERS e HOWLEY, 2000. p.130.

8.3. ANEXO C

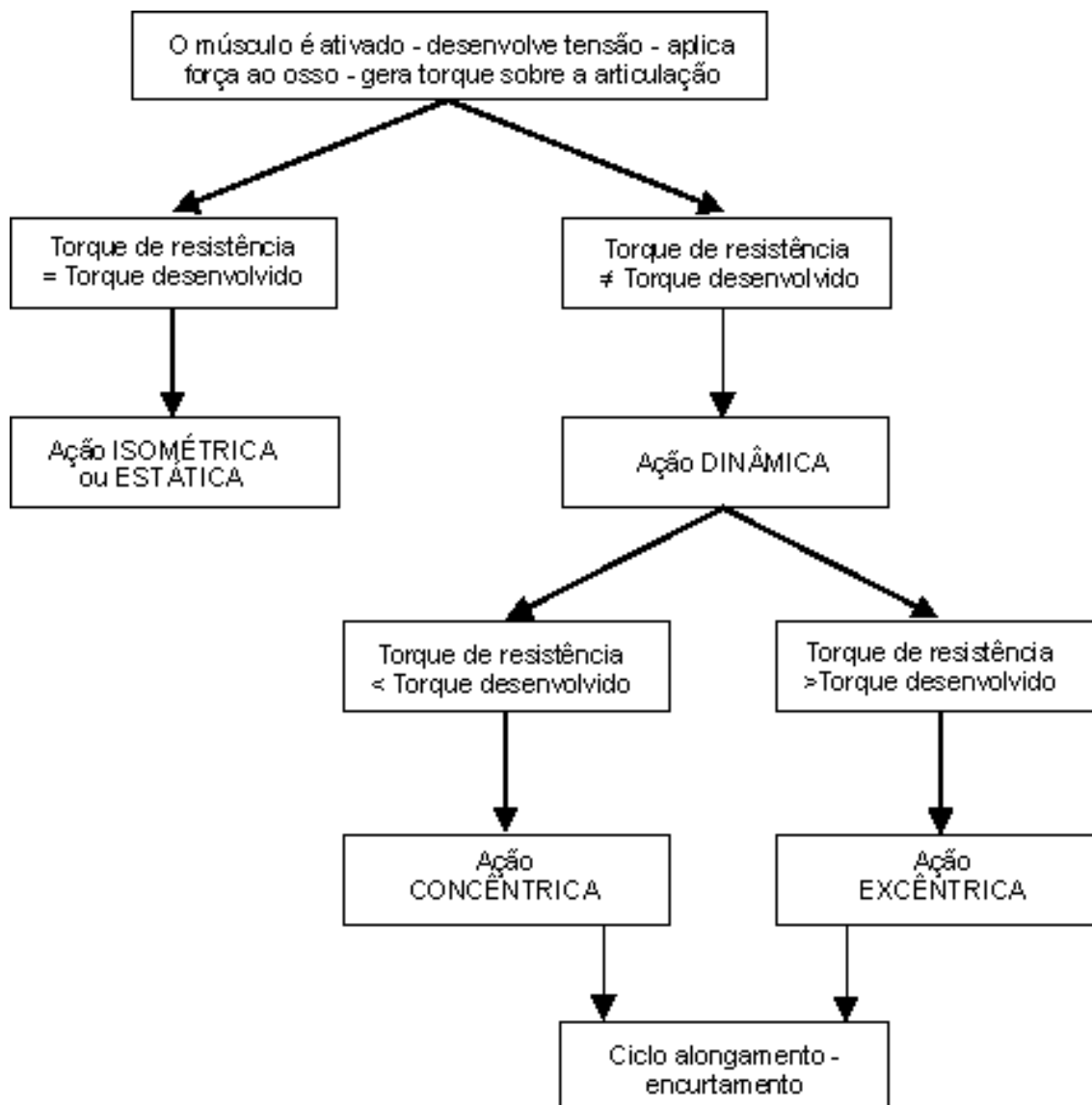


FIGURA 3: Possíveis conseqüências da ativação muscular.

FONTE - KRAEMER e HÄKKINEN, 2004. p.23.

8.4. ANEXO D

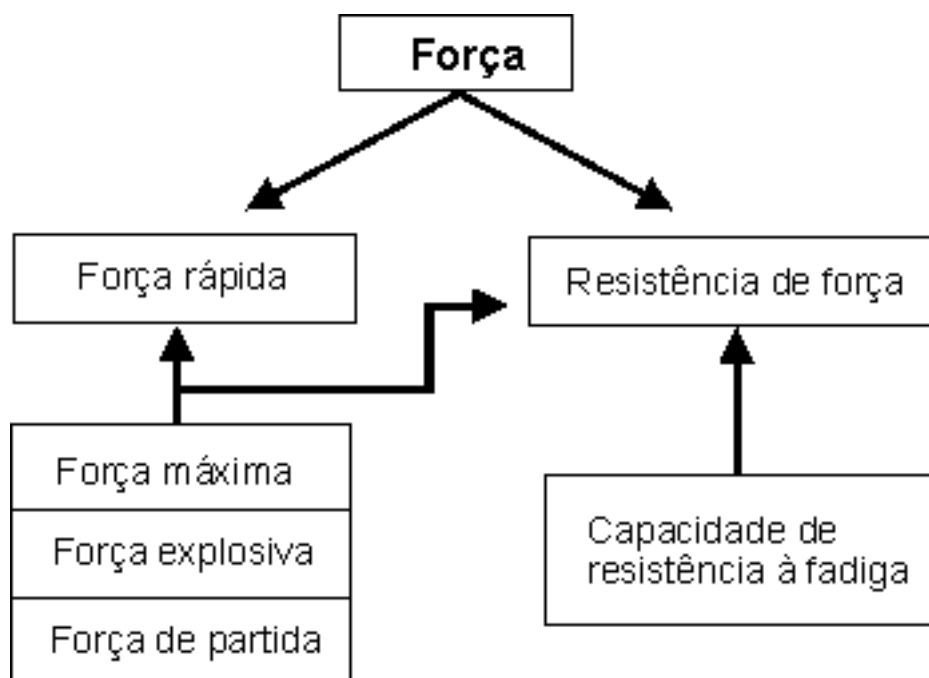


FIGURA 4: Manifestações e componentes da capacidade motora força.

FONTE – SCHMIDTBLEICHER, 1999. p. 47.

8.5. ANEXO E

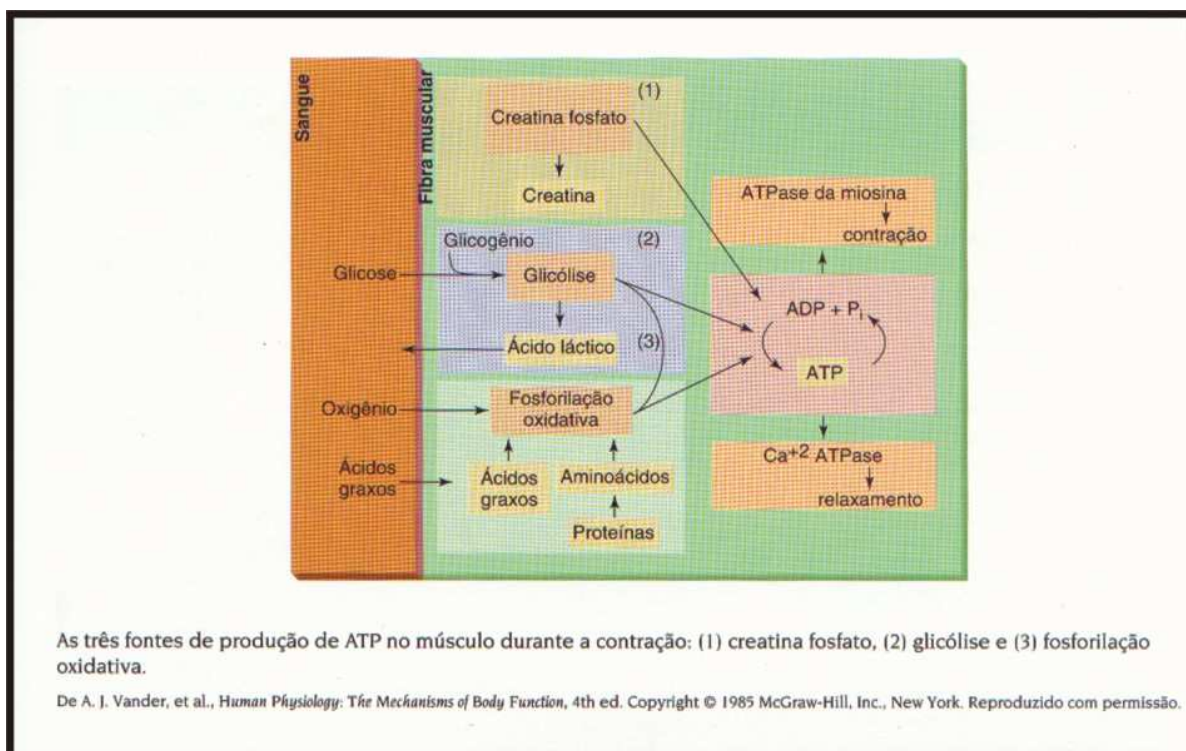


FIGURA 5: Fontes de produção de ATP no músculo durante a contração.
 FONTE – POWERS e HOWLEY, 2000. p. 131.

8.6. ANEXO F



Figura 6 – Puberal masculino de Tanner (pêlos pubianos).

8.7. ANEXO G

FORMULÁRIO E TERMO DE CONSENTIMENTO

Informações sobre a pesquisa

O objetivo do presente estudo é estudar a correlação entre a força muscular e o desempenho em exercício supramáximo de curta duração, em crianças treinadas, do sexo masculino, avaliando o desempenho em exercício realizado em cicloergômetro, em intensidade máxima com 15 s de duração, bem como os resultados obtidos nos testes de impulsão vertical e de avaliação isocinética da força muscular.

Antes de iniciar a pesquisa, a criança, junto com o responsável, preencherá um questionário utilizado para identificação de fatores de risco para doença coronariana, de modo que só poderão ingressar no grupo os indivíduos que não apresentarem nenhum fator de risco.

A coleta de dados será realizada em três dias consecutivos:

1º dia: medidas antropométricas, estágio de maturação biológica, e familiarização ao teste de impulsão vertical (CMJ e SJ).

2º dia: avaliação do desempenho no ISOtest 60 e ISOtest 180 realizada no laboratório de avaliação de força da Escola de Fisioterapia da UFMG.

3º dia: Teste de impulsão vertical e exercício de intensidade subjetiva máxima (EISM) realizado no Laboratório de Fisiologia do Exercício da escola de Educação Física da UFMG.

Após três minutos de exercício preparatório em cicloergômetro, seguido de um minuto de pausa, o voluntário dará início ao exercício de intensidade subjetiva

máxima de 15 s. Três minutos após a atividade será coletada uma amostra de sangue capilar do dedo médio (20 μ l) para dosagem de lactato. Para tanto, será feita uma pequena punção no dedo médio com lanceta de aço descartável, sendo o sangue colocado sobre a tira reagente, que será inserida no aparelho para leitura. Após a análise, a tira reagente e a lanceta utilizada será acondicionada em recipiente próprio e eliminada como lixo hospitalar. O mesmo procedimento de acondicionamento e eliminação será realizado com as luvas e microtúbulos. Todos os pesquisadores envolvidos na coleta de material biológico (sangue) estarão vestindo luvas de látex descartáveis para eliminar o risco de contaminação pelo sangue. Os demais equipamentos utilizados receberão higienização adequada, orientada pela auxiliar de enfermagem do Centro de Excelência Esportivo da Escola de Educação Física da Universidade Federal de Minas Gerais. Após o término da coleta de sangue, os voluntários permanecerão em repouso na presença dos avaliadores, por 15 min, a fim de resguardá-los de algum problema fisiológico que eventualmente possa vir a ocorrer.

Todos os dados dos voluntários são confidenciais. Sua identidade não será revelada publicamente em hipótese alguma e somente os pesquisadores envolvidos neste projeto terão acesso a estas informações, que serão utilizadas apenas para fins de pesquisa e divulgação científica em periódicos e livros.

Os possíveis riscos e benefícios deste estudo incluem:

Benefícios: compreender o metabolismo anaeróbio em crianças treinadas e não-treinadas.

Riscos: estão relacionados aos riscos gerais que envolvem a prática de atividade física, como por exemplo: lesões músculo-esqueléticas, enjôo, tontura alguns minutos após os testes. Porém, além da baixa frequência com que estes eventos ocorrem nas condições laboratoriais, vale salientar que a atividade física será realizada sob condições estritamente controladas e com

supervisão de um médico membro da equipe, além de ser realizada em um ciclo ergômetro estacionário que reduz o índice de acidentes por quedas.

Não está prevista qualquer forma de remuneração para os voluntários e todas as despesas relacionadas ao estudo são de responsabilidade do Laboratório de Fisiologia do Exercício da Escola de Educação Física da UFMG.

Todos os voluntários, bem como os responsáveis, dispõem de total liberdade para esclarecer quaisquer dúvidas que possam surgir durante o andamento da pesquisa com os membros da equipe responsável por este estudo, pessoalmente, ou através do telefone do Laboratório de Fisiologia do Exercício, prof. Dr. Luciano Sales Prado (0**31) 3499-2325, do mestrando responsável Alexandre dos Santos Cabral, ou através do comitê de ética em pesquisa da UFMG – COEP, pelo telefone 32489364. Você poderá recusar-se a participar deste estudo e, ou, abandoná-lo a qualquer momento, sem precisar se justificar.

Os pesquisadores podem decidir sobre a sua exclusão do estudo por razões científicas, sobre as quais você será devidamente informado.

TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu, voluntariamente, aceito participar desta pesquisa, sob supervisão médica, pelo Laboratório de Fisiologia do Exercício da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.

Portanto, concordo com tudo o que foi acima citado e dou meu consentimento.

Belo Horizonte, _____ de _____ de 2004.

Assinatura do voluntário

Assinatura do responsável (se for o caso)

Testemunha

Testemunha

Pesquisadores Responsáveis

8.8. ANEXO H

Nome: _____

Data de nascimento: ____ / ____ / ____

NOME DO PAI: _____

Nome da mãe: _____

Endereço: _____ Bairro: _____

Telefone residencial: _____ Comercial: _____ Celular: _____

Questionário para determinação da prontidão para atividades físicas (Adaptado do Colégio Americano de Medicina do Esporte, 2000)

Pergunta	Sim	Não
Seu médico alguma vez já disse que você possui algum problema cardíaco e recomendou atividade física apenas sob supervisão médica?		
Você tem dor no peito provocada por atividades físicas?		
Você já perdeu consciência em alguma ocasião ou sofreu alguma queda em virtude de tontura?		
Você tem algum problema ósseo ou articular que poderia se agravar com as atividades físicas propostas?		
Alguma vez seu médico lhe disse que a sua pressão arterial estava alta?		
Você tem algum conhecimento, por informação médica ou pela própria experiência, de algum motivo que poderia impedir você de participar de atividades físicas sem supervisão médica? Qual?		

Se você respondeu "sim" a qualquer uma das questões acima, procure um médico ou serviço de saúde antes de aumentar ou iniciar a sua atividade física

Data: ____ / ____ / ____

Assinatura