

AVALIAÇÃO DA PERFORMANCE NEUROMUSCULAR DE HOMENS DIABÉTICOS TIPO 2

Originais



RICARDO LUIS SALVATERRA GUERRA ¹
SILVIA CRISTINA CREPALDI ALVES ²

¹ Faculdade de Jaguariúna, Curso de Fisioterapia, Campus 2, Jaguariúna-SP

² Universidade Metodista de Piracicaba, Faculdade de Ciências da Saúde, Educação Física, Núcleo de Performance Humana; campus Taquaral, Piracicaba-SP

Resumo

Palavras-Chave
exercício,
diabetes,
performance
neuromuscular,
composição
de fibras
esqueléticas

Discute-se na literatura, a existência de uma possível relação entre a resistência à insulina e a composição muscular, em indivíduos diabéticos tipo 2. Um percentual relativamente alto de fibras do tipo I associa-se a uma melhor ação da insulina e, aparentemente, uma alta percentagem de fibras do tipo IIB contribui para a hiperinsulinemia. O presente estudo teve como principal objetivo avaliar possíveis alterações na performance neuromuscular de homens diabéticos tipo 2. Os sujeitos experimentais foram homens, com idade entre 42 e 59 anos e sedentários. Foram realizados testes de salto vertical, abdominais e eletrodiagnóstico neuromuscular. Os testes mostraram não haver diferença entre as performances de diabéticos e não diabéticos, sugerindo que a atividade física prescrita para os diabéticos deve seguir os mesmos critérios de quando prescrita para indivíduos não diabéticos.

Abstract

Keywords
exercise, diabetes,
neuromuscular
performance,
skeletal fibers
composition

NEUROMUSCULAR PERFORMANCE AVALIATION OF TYPE 2 DIABETICS MEN

Discusses in the literature, about a possible relationship between the insulin resistance and the muscular composition, in type 2 diabetics. A percentual relativement high of type II fibers is associate to a better insulin action and, apparentment, a high percentage of type 2B fibers contributes to the hiperinsulinemy. The present study had how principal objective to evaluate possible alterations in the neuromuscular performance of type 2 diabetics men. The experimental subjects have been men, with age between 42 and 59 years old, and sedentary. It has performed tests of vertical jump, abdominal and neuromuscular eletrical diagnostic. The tests indicated there not to be differences among the performances of diabetics and no diabetics, suggesting that the physical activity prescribed to the diabetics must observe the same standards of when it is prescribed to no diabetics subjects.

Introdução

Discute-se na literatura, a existência de uma possível relação entre a resistência à insulina e a composição muscular, em indivíduos diabéticos tipo 2. Alguns autores defendem que estes indivíduos apresentam composição dos tipos de fibras musculares igual a dos indivíduos não diabéticos (VOGT et al., 1992; ZIERATH et al., 1996; HICKEY et al., 1995). Por outro lado, vários trabalhos têm demonstrado uma significativa relação entre a ação da insulina, a proporção dos tipos de fibra muscular (determinada histologicamente) e a densidade de capilares sanguíneos que suprem a musculatura esquelética (HEDMAN et al., 2000; KRIKETOS et al., 1996; NYHOLM et al., 1997; UTRIAINEN et al., 1998). Um percentual relativamente alto de fibras do tipo I associa-se a uma melhor ação da insulina e, aparentemente, uma alta porcentagem de fibras do tipo IIB contribui para a hiperinsulinemia. Além disso, a densidade de capilares por mm² é inversamente correlacionada à resistência à insulina (HEDMAN et al., 2000). Porém, muitos estudos têm demonstrado variações muito grandes na composição muscular entre os indivíduos estudados (HEDMAN et al., 2000; JOHNSON et al., 1973), e não se encontra relação entre o número de capilares por fibra e alterações metabólicas (HEDMAN et al., 2000). Portanto, alguns autores defendem que os indivíduos intolerantes à glicose e diabéticos tipo 2 apresentam composição dos tipos de fibras musculares igual a dos indivíduos não diabéticos (GOODPASTER et al., 2001; HICKEY et al., 1995; VOGT et al., 1992; ZIERATH et al., 1996; IBAÑEZ et al., 2005).

O motoneurônio é diferenciado para cada unidade motora, podendo ser ele mais espesso e de condução mais rápida do estímulo (unidades de contração rápida), intermediário, ou menos espesso e de condução mais lenta do estímulo (unidades de contração lenta). Desta forma, em um exame de excitabilidade elétrica de um grupo muscular, onde se realizam variações na intensidade e no tempo de duração do estímulo elétrico externo aplicado, os músculos que contenham maior percentual de unidades motoras de contração rápida, responderão a estímulos de menor intensidade e curta duração; já onde houver predomínio de unidades motoras mais lentas, serão necessários estímulos mais intensos

e/ou mais prolongados, para produzir uma resposta motora (DUMOULIN; BISSCHOP, 1980).

Como a literatura especializada apresenta grandes divergências, no que diz respeito ao predomínio de unidades motoras fásicas em indivíduos diabéticos, o estudo do limiar de excitação elétrica da musculatura é mais um método que pode sinalizar se existe alguma diferença de composição muscular entre os indivíduos diabéticos e não diabéticos. O conhecimento sobre as características de performance muscular dos diabéticos tem grande relevância clínica, para a prescrição de programas de exercícios físicos para essa população, visto que a atividade física é considerada parte fundamental no tratamento da patologia (SELLI et al., 2005; DUTTON et al., 2005).

OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo geral, avaliar possíveis alterações na performance neuromuscular de homens diabéticos tipo 2; e como objetivos específicos identificar, com um método não invasivo, alterações na composição muscular destes indivíduos, avaliar se os diabéticos sofrem maior redução na performance em decorrência do envelhecimento, identificar correlações entre os dados eletrofisiológicos, o percentual de gordura e a performance muscular, e procurar dados que justifiquem ou não, uma forma diferenciada de prescrição de exercícios físicos para pessoas diabéticas.

MATERIAIS E MÉTODOS

SUJEITOS

Os sujeitos experimentais foram indivíduos do sexo masculino, adultos, com idade entre 42 e 59 anos, divididos em grupo C (controle) e grupo D (diabéticos). Os participantes da pesquisa foram orientados sobre todos os procedimentos realizados no trabalho, e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Foram critérios para inclusão no grupo D, o indivíduo apresentar diagnóstico médico de diabetes melito tipo 2, estar realizando o tratamento de

controle da patologia sem uso de insulina exógena, ter índice de massa corporal (IMC) entre 18,5 e 29,9 Kg/m², ou seja, peso corporal normal (18,5 à 24,9) ou sobrepeso (25 à 29,9). O indivíduo participante da pesquisa deveria também enquadrar-se nas classes I (sedentário) ou II (praticante de atividade de lazer) de nível de atividade física segundo a escala da Universidade de Uppsala (HALPERN et al., 1998; HEDMAN et al., 2000). Para inclusão no grupo C foram utilizados os mesmos critérios, com exceção do diagnóstico de diabetes.

Foram excluídos do trabalho, os indivíduos voluntários que apresentaram qualquer patologia associada dos sistemas cardio-vascular e respiratório, distúrbios hepáticos, neurológicos, renais ou osteoarticulares. Também não foram aceitos sujeitos portadores de alterações posturais graves, apresentando quadros algícos e com glicemia superior a 200 mg/dl no dia dos testes; para que não houvesse risco de agravamento do quadro em decorrência dos testes.

Todos os indivíduos diabéticos de nossa amostra faziam tratamento com algum tipo de hipoglicemiante via oral, eram sedentários, não apresentavam nenhum sinal clínico de complicação vascular e nervosa periférica em membros inferiores decorrente da diabetes e apresentaram, no dia dos testes, glicemia capilar variando entre 84 e 135mg/dl.

TESTES

Eletrodiagnóstico neuromuscular de estímulo

Utilizamos um equipamento gerador de pulsos elétricos, da KLD Biosistemas Equipamentos Eletrônicos Ltda, modelo Neurograph ET 875, que foi enviado ao fabricante para aferição de seus parâmetros, alguns dias antes do início das coletas.

Avaliamos, neste teste, dois músculos, o vasto lateral e o tibial anterior, ambos do membro dominante do indivíduo. Foram escolhidos estes músculos pela sua importância na realização dos outros testes, e por serem de fácil observação.

A avaliação do eletrodiagnóstico determina três pontos indicativos, são eles: reobase, menor intensidade de corrente elétrica, com pulso retangular teoricamente infinito, capaz de realizar contração muscular; cronaxia, menor duração de

estímulo elétrico, com pulso retangular, intensidade com valor de duas vezes ao encontrado para a reobase, capaz de produzir contração muscular; e a acomodação (menor intensidade de corrente elétrica, com pulso triangular teoricamente infinito, capaz de realizar contração muscular). Foi também determinado o coeficiente de acomodação, dado na razão da acomodação pela reobase. Os valores da cronaxia e do coeficiente de acomodação são valores que indicam a normalidade do limiar de excitação elétrica neuromuscular (LOW, REED, 1994; ROBINSON, SNYDER-MACKLER, 2001; SANDEN, 1956; SEITZ; GILLERT, 1957).

Para o exame do vasto lateral, o indivíduo deitou-se em decúbito dorsal. Um eletrodo dispersivo de aproximadamente 50 cm² foi posicionado no terço proximal da face anterior da coxa, e o eletrodo ativo de aproximadamente 13 cm² foi fixado no ponto motor do músculo. Para o exame do tibial anterior, o indivíduo permaneceu em decúbito dorsal. O eletrodo dispersivo colocado no terço distal da face anterior da coxa, e novamente o eletrodo ativo fixo no ponto motor do músculo. Para ambos os músculos, previamente ao exame, houve a necessidade de localizar o ponto motor (ponto de menor resistência elétrica), pois os mapas de ponto motor mostram a localização aproximada, e para um resultado mais confiável é necessário que a aplicação dos estímulos seja feita exatamente sobre o ponto motor. Para isto, utilizamos um estímulo de onda quadrada, dentro do campo farádico (aproximadamente 80 milissegundos), com intensidade de aproximadamente 15 mA, e um eletrodo ativo móvel percorrendo toda a extensão do ventre muscular, até a visualização da contração mais vigorosa.

Para verificação da reobase foram aplicados pulsos elétricos monofásicos, retangulares de 1000ms de duração, e com intervalo de 2000ms entre os pulsos, com intensidade crescente até a verificação de mínima contração muscular; o valor da intensidade do pulso elétrico é considerado o valor da reobase. A cronaxia é avaliada com o mesmo tipo de pulso elétrico, porém a intensidade é fixa, com valor de duas vezes ao encontrado para a reobase, e a duração do pulso é crescente até a verificação de mínima contração muscular; o tempo de duração do pulso é considerado o valor

de cronaxia. Para a acomodação foi realizado procedimento igual ao da medida de reobase, porém com pulsos exponenciais de crescimento lento; da mesma forma, o valor da intensidade do pulso elétrico, capaz de realizar mínima contração muscular, é considerado o valor de acomodação.

TESTE DE SALTO VERTICAL (“Sargent Jump”)

O indivíduo inicialmente realizou uma marcação da altura máxima atingida em uma parede, com o terceiro dedo do membro dominante, com os pés no solo e o membro superior dominante elevado (FOX, MATHEWS, 1983).

Em seguida o indivíduo realizou três saltos verticais, partindo de uma posição de semi-agachamento e membros superiores em flexão, tentando atingir, em cada salto, a máxima altura possível, realizando novas marcas digitais no papel. Após o término dos saltos, foi verificada a distância entre a marca inicial e a marca mais alta realizada determinando o deslocamento vertical do indivíduo (FOX, MATHEWS, 1983).

A potência muscular do salto é medida utilizando-se a fórmula proposta no nomograma de Lewis, onde: $Potência = (\sqrt{4,9} \times \text{peso corporal} \times \sqrt{\text{distância do salto}})$, e é medida em Kg.m/seg (FOX, MATHEWS, 1983).

TESTE DE CONTRAÇÕES ABDOMINAIS

Este teste consiste na realização de flexões do tronco, a partir do decúbito dorsal, até a posição sentada, o maior número de vezes possível, durante o período de 1 minuto. Para a realização, os indivíduos foram posicionados sobre um colchonete, com os membros inferiores fletidos e os pés apoiados no solo. O examinador realizou uma fixação com as mãos sobre os pés do examinado, para que o movimento fosse realizado corretamente (HERNANDES JR, 2000; ROCHA, 2000).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram agrupados em tabelas, classificados em diabéticos e controle. As médias calculadas dentro de cada grupo, foram comparadas utilizando o teste T de Student com nível de significância de 5% ($p < 0,05$), e foram realizados também testes de correlação entre variáveis algumas variáveis.

RESULTADOS

Os dados referentes às características antropométricas dos indivíduos estão apresentados na **tabela 1**, que demonstra a uniformidade de nossa amostra, em relação ao IMC e o percentual de gordura.

TABELA 1

Dados antropométricos dos grupos C (n=9) e D (n=10)

GRUPO D - DIABÉTICOS					GRUPO C - CONTROLE				
NOME	%GORD.	PESO	ALTURA	IMC	NOME	%GORD.	PESO	ALTURA	IMC
JB	13,82	76	1,71	25,99	AO	28,61	88	1,72	29,75
PRCS	15,45	70	1,62	26,67	PTS	12,15	58	1,72	19,61
AAO	14,88	69	1,66	25,04	ST	26,73	89	1,75	29,06
TJCG	17,07	72	1,74	23,78	ALF	26,28	89	1,76	28,73
CPG	16,95	71	1,69	24,86	ALJ	19,55	79	1,75	25,80
SNG	23,38	87	1,72	29,41	MQ	21,71	70	1,67	25,10
ANN	25,94	67	1,6	26,17	ACM	21,56	88	1,74	29,07
FMF	22,05	93	1,83	27,77	JICF	27,83	78	1,73	26,06
CCC	14,96	68	1,7	23,53	AFR	25,52	63	1,67	22,59
JEGS	20,69	83	1,85	24,25					
MEDIA	18,52	75,6	1,712	25,75	MEDIA	23,33	78	1,72	26,20
DP	4,19	9,00	0,08	1,85	DP	5,22	11,90	0,03	3,42

Os testes de salto vertical e abdominais, que visam quantificar respectivamente, potência e resistência muscular localizada, mostraram resultados semelhantes entre os grupos, sendo que as médias dos grupos, em ambos os testes, não apresentaram diferença. A **tabela 2** descreve os resultados de potência do salto vertical, com médias de $95,13 \pm 14,14$ para o grupo C (n=9), e $85,20 \pm 15,79$ para o grupo D (n=10; p= 0,085).

Também na **tabela 2** os valores de flexões abdominais, indicam médias de $17 \pm 7,3$ para o grupo C (n=9) e, $13,71 \pm 5,44$ para o grupo D (n=7; p=0,168). No teste de abdominais, os indivíduos JB, CPG e FMF, todos pertencentes ao grupo D, não conseguiram realizar o movimento solicitado, demonstrando fraqueza da musculatura abdominal e incapacidade de fletir o tronco contra a ação da gravidade. Sendo assim, na média calculada para o grupo D foram desconsiderados estes 3 indivíduos.

Se compararmos o percentual de gordura com o desempenho obtido nos testes de esforço, perceber que os indivíduos controle tem melhor desempenho, mesmo com um percentual de gordura maior. Isto está demonstrado na **figura 1**, por meio de uma correlação negativa significativa entre o

percentual de gordura e as flexões abdominais ($r = -0,38$ para ambos os grupos), mas com a reta de regressão linear do grupo D inferior no eixo Y, que representa o número de abdominais realizadas pelos indivíduos.

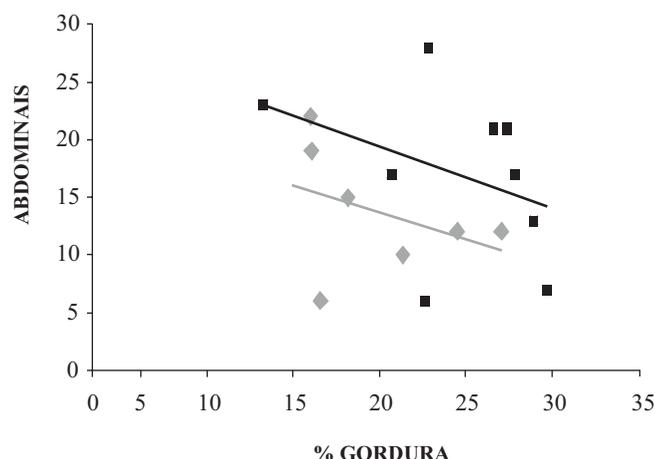


Figura 1
Correlação entre o percentual de gordura e as abdominais dos indivíduos Diabéticos \blacklozenge (n=7, $r = -0,37$) e Controle \blacksquare (n=9, $r = -0,38$).

Tabela 2					
Potência de salto vertical e abdominais dos grupos C (n=9) e D (n=10).					
GRUPO C			GRUPO D		
NOME	POTÊNCIA (Kg.m/Seg)	ABDOMINAIS	NOME	POTÊNCIA (Kg.m/Seg)	FLEXÕES
AO	110,19	7	JB	82,42	---
PTS	86,13	23	PRCS	60,01	6
ST	116,55	17	AAO	87,74	22
ALF	96,51	21	TJCG	94,29	15
ALJ	89,17	17	CPG	92,98	---
MQ	94,89	28	SNG	118,72	12
ACM	106,69	6	ANN	69,56	12
JICF	86,33	13	FGF	87,34	---
AFR	69,73	21	CCC	76,75	19
			JEGS	82,17	10
MÉDIA	95,13	17	MÉDIA	85,20	13,71
DP	14,41	7,3	DP	15,79	5,44

(p = 0,085)

Os resultados de cronaxia e de cociente de acomodação, obtidos no eletrodiagnóstico (**tabela 3**), indicam diferença significativa entre os grupos apenas na cronaxia do músculo vasto lateral ($p < 0,05$), com menor limiar de excitação elétrica com pulsos retangulares no grupo de indivíduos diabéticos, sendo que os outros pontos do teste apresentam $p > 0,05$.

Apesar do valor médio da cronaxia do vasto lateral indicar menor limiar de excitação no grupo D, sugerindo um predomínio de unidades motoras fásicas nestes indivíduos, ao procurarmos uma correlação entre a potência do salto e a cronaxia deste músculo (solicitado no teste de salto vertical), encontramos correlação positiva no grupo D ($r = 0,36$) e correlação negativa no grupo C ($r = -0,34$), como se observa na **figura 2**.

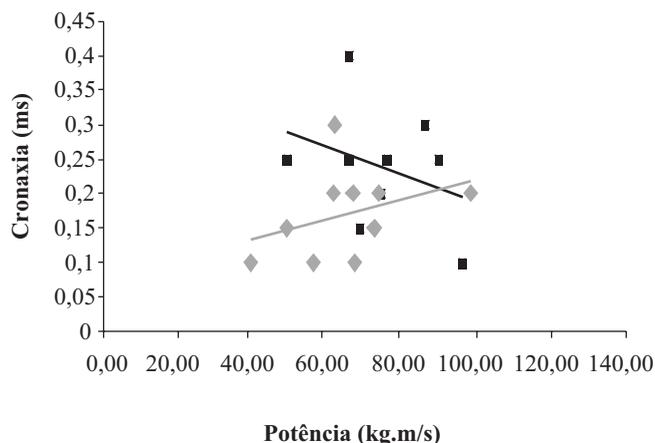


Figura 2
Correlação entre os valores de cronaxia do músculo vasto lateral e a potência no salto vertical dos indivíduos Diabéticos \blacklozenge ($n = 10$, $r = 0,36$) e Controle \blacksquare ($n = 9$, $r = -0,34$).

Tabela 3

Resultados do eletrodiagnóstico dos músculos vasto lateral (cronaxia $p < 0,05$, e cociente de acomodação $p = 0,47$) e tibial anterior (cronaxia $p = 0,24$, e cociente de acomodação $p = 0,36$)

GRUPO C					GRUPO D				
NOME	VASTO LAT.		TIBIAL ANT.		NOME	VASTO LAT.		TIBIAL ANT.	
	CRON	CO AC	CRON	CO AC		CRON	CO AC	CRON	CO AC
AO	0,25	5,76	0,15	3,05	JB	0,3	1,80	0,45	2,18
PTS	0,25	4,33	0,3	2,55	PRCS	0,1	6,32	0,3	2,80
ST	0,1	2,47	0,2	1,52	AAO	0,1	4,78	0,3	1,80
ALF	0,25	4,50	0,2	3,46	TJCG	0,2	5,05	0,2	3,79
ALJ	0,15	3,59	0,7	3,90	CPG	0,15	3,22	0,4	5,00
MQ	0,2	3,07	0,4	3,43	SNG	0,2	3,40	0,15	4,93
ACM	0,3	2,43	0,3	4,12	ANN	0,15	4,00	0,25	2,52
JICF	0,4	4,07	0,6	3,31	FGF	0,2	2,87	0,2	3,18
AFR	0,25	3,46	0,3	2,95	CCC	0,1	3,30	0,35	3,33
					JEJS	0,2	3,08	0,4	3,48
MÉDIA	0,24	3,74	0,35	3,14	MÉDIA	0,17	3,78	0,30	3,30
DP	0,09	1,06	0,19	0,77	DP	0,06	1,29	0,10	1,06

Observamos correlação positiva significativa, demonstrando a influência da idade sobre a atividade muscular, sendo esta influência mais significativa nos diabéticos. Nas **figuras 3 e 4** nota-se aumento da cronaxia com o avanço da idade.

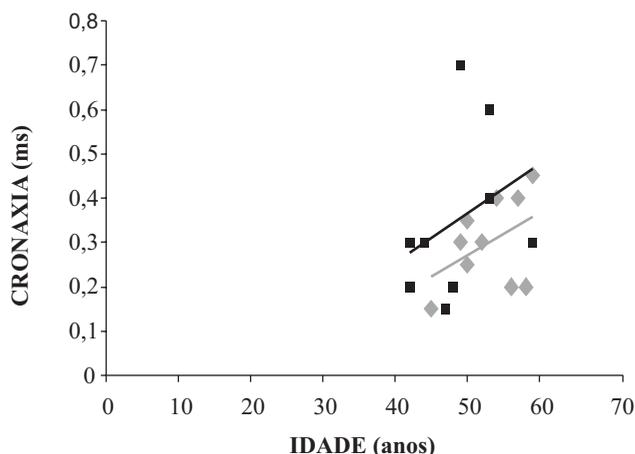


Figura 3
Valores de cronaxia do músculo tibial anterior em relação à idade dos indivíduos Diabéticos \blacklozenge ($n=10$, $r= 0,44$) e Controle \blacksquare ($n=9$, $r= 0,34$).

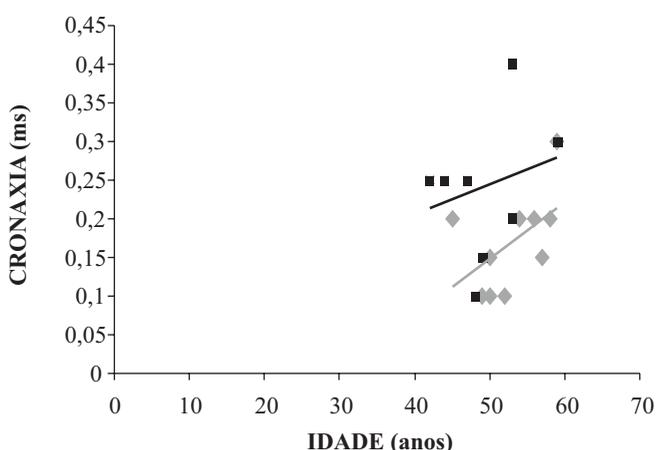


Figura 4
Valores de cronaxia do músculo vasto lateral em relação à idade dos indivíduos Diabéticos \blacklozenge ($n=10$, $r= 0,52$) e Controle \blacksquare ($n=9$, $r= 0,26$).

DISCUSSÃO

Vários trabalhos têm demonstrado uma significativa relação entre a ação da insulina, a proporção dos tipos de fibra muscular (determinada histologicamente) e a densidade de capilares sanguíneos que suprem a musculatura esquelética (HEDMAN et al., 2000; NYHOLM et al., 1997; UTRIAINEN et al., 1998; KRIKETOS et al., 1996).

Nossa amostra, composta por 9 indivíduos controle e 10 diabéticos, é bem homogênea dentro de cada grupo (tabela 1), no que se refere aos dados de composição corporal (peso, altura, IMC e percentual de gordura), fazendo com que a diferença de composição corporal entre os indivíduos gere pouca interferência nos valores da prova de eletrodiagnóstico, pois a pele e a gordura subcutânea são tecidos com alta resistência capacitiva à passagem de correntes elétricas de baixa frequência, sendo assim, é necessário maior intensidade de corrente para se atingir os tecidos profundos, quando há uma capa adiposa mais volumosa no local da aplicação da corrente elétrica (ROBINSON; SNYDER-MACKLER, 2001; SANDEN, 1956), o que justifica a importância da homogeneidade dos dados de composição corporal da amostra.

GOODPASTER et al. (2001) observaram que diabéticos tipo 2 sedentários apresentam conteúdo lipídico intramuscular (CLIM) semelhante ao dos praticantes de atividade aeróbia, porém com capacidade oxidativa dos músculos de apenas 50% da encontrada nos sujeitos treinados e sedentários saudáveis. Os autores consideram que estes resultados tornam nula a associação entre CLIM e resistência à insulina, citada em vários trabalhos que não levaram em consideração a influência do condicionamento físico dos indivíduos. Isso torna mais provável que a capacidade oxidativa das células musculares seja a principal responsável pela sensibilidade à insulina, e não a composição de fibras musculares.

No presente estudo, os indivíduos diabéticos têm desempenho igual ao dos indivíduos controle tanto no teste de salto vertical, quanto no teste de abdominais (tabela 2), sendo $p=0,085$ e $p=0,168$, respectivamente.

Estes dados podem ser interpretados de duas formas: (1) apesar de não haver diferença no de-

sempenho dos grupos nos testes, quando realizamos o balizamento com o percentual de gordura dos indivíduos (figura 1), com o mesmo percentual de gordura, os diabéticos apresentam uma reta de regressão inferior à do grupo controle; isso indica a realização de um menor número de flexões abdominais e torna evidente um pior desempenho dos diabéticos, ou (2) não existe realmente nenhuma vantagem sinalizada para os indivíduos controle, sendo a equação de cálculo da densidade corporal, do método de dobras cutâneas utilizado para estimar o percentual de gordura de indivíduos “saudáveis”, inválida para diabéticos tipo 2, pois estes apresentam uma concentração maior de gordura intramuscular e intra-abdominal que os indivíduos não diabéticos (SCHNEIDER, GULERIA, 2000; PEIRCE, 1999; LAMPMAN, SCHTEINGART, 1991; HAMDY et al., 2001; GOODPASTER et al., 2001; IBÁÑEZ et al., 2005). A segunda hipótese apresentada é também sustentada pela observação prática de que nos diabéticos, principalmente nos 3 indivíduos que não conseguiram realizar o movimento abdominal; apesar da dobra cutânea abdominal ser em média inferior a do grupo C, o abdome é muito mais volumoso, com distensão da musculatura abdominal bem evidente.

É descrito na literatura que o coeficiente de acomodação considerado normal, em músculos com a inervação em perfeito estado, deve estar entre 2,7 e 6, ou seja, o valor da acomodação deve ser de 2,7 a 6 vezes maior que o da reobase (KLD BIOSISTEMAS, [198-]; SEITZ, GILLERT, 1957). No que diz respeito a cronaxia, músculos que apresentem um predomínio de fibras de contração rápida, tendem a valores menores. Ao contrário, músculos de predomínio de fibras do tipo I (lentas), apresentam cronaxias mais altas. Assim, para cada músculo há um padrão de normalidade. Para o músculo vasto lateral, o valor de cronaxia normal varia de 0,02 a 0,3 ms, e para o músculo tibial anterior, este valor está entre 0,06 e 0,5 ms (KLD BIOSISTEMAS, [198-]; SEITZ, GILLERT, 1957).

Músculos que apresentem um predomínio de fibras de contração rápida, tendem a valores menores de cronaxia. Ao contrário, músculos de predomínio de fibras do tipo I (lentas), apresentam cronaxias mais altas (KLD BIOSISTEMAS, [198-]; SEITZ, GILLERT, 1957). Ao analisarmos a tabela

3, notamos que a diferença na média de cronaxia entre os grupos é expressiva apenas para o músculo vasto lateral (0,24ms para o grupo C e 0,17ms para o grupo D, com $p < 0,05$).

A ausência de correlação entre a cronaxia do vasto lateral e a potência do salto vertical (figura 2), apesar do grupo C apresentar média de cronaxia superior à do grupo D (0,24 e 0,17ms respectivamente), torna questionável neste trabalho a validade da relação entre o predomínio de unidades motoras fásicas e o valor de cronaxia, não sendo aconselhável a utilização destes dados na tentativa de se demonstrar a existência ou não de predomínio destas unidades motoras na musculatura dos diabéticos.

Estudos epidemiológicos e de intervenção com exercícios aeróbios sustentam bem a eficiência destes exercícios na prevenção e no controle do diabetes, fazendo com que esta modalidade seja largamente aconselhada a pessoas diabéticas. Porém, os resultados obtidos com exercícios de força são pouco descritos na literatura, além da maioria dos trabalhos realizados com esta modalidade de exercícios usarem intensidade moderada e alto volume, podendo esta relação conter considerável componente aeróbio (CASTANEDA et al., 2002; DUNSTAIN et al., 2002). Mesmo assim, recentemente a American Diabetes Association e o American College of Sports Medicine passaram a recomendar o uso de exercícios de força, dentro dos programas de treinamento aplicado em diabéticos, pois é sabido que com o avanço da idade ocorre uma maior prevalência de DM tipo 2 e uma diminuição da força muscular, tornando este tipo de exercício uma boa alternativa para adultos idosos (DUNSTAIN et al., 2002; SELLI et al., 2005; DUTTON et al., 2005).

Em nosso estudo os valores encontrados de cronaxia sustentam a afirmação acima. Nas figuras 3 e 4 nota-se aumento da cronaxia, indicando uma menor atividade de unidades motoras fásica, com o avanço da idade. Esses dados, obtidos em nossa pesquisa, são importantes para a orientação dos profissionais que atuam na realização de programas de atividade física de diabéticos, pois mostram a redução da performance neuromuscular causada pelo envelhecimento, sendo essencial a inclusão de exercícios resistidos de força, na tentativa de minimizar essa redução.

Nos demais testes realizados não houve nenhuma evidência de influência da idade sobre o desempenho, mostrando que dentro da faixa etária examinada não há grandes variações de força e resistência muscular que possam ser atribuídas ao envelhecimento.

CONCLUSÃO

Os resultados não demonstraram a existência de uma correlação entre predomínio de unidades motoras fásicas e o desenvolvimento do diabetes tipo 2.

A prova de eletrodiagnóstico neuromuscular de estímulo demonstrou bem a influência da idade sobre a atividade elétrica muscular, onde o envelhecimento causa piora na resposta de contração

do músculo à estimulação elétrica. E, como fato muito importante, nota-se que esta influência da idade na atividade motora dos diabéticos é igual a que ocorre em indivíduos saudáveis.

Os indivíduos diabéticos aqui estudados apresentaram resultados iguais em relação ao controle, não havendo diferenças entre os grupos, sugerindo que os critérios para prescrição de atividade física para eles devam ser os mesmos utilizados em indivíduos saudáveis, ressaltando que para os diabéticos se faz necessária uma avaliação complementar que inclui: monitoramento glicêmico, questionário sobre a medicação utilizada, inspeção das extremidades (especialmente os pés), avaliação das funções cardíaca e renal e exame de fundo de olho. Todos estes pontos são fundamentais para garantir a segurança na realização das atividades motoras propostas.

Referências Bibliográficas

- CASTANEDA, C.; LAYNE, J. E.; MUNOZ-ORIAN, L.; GORDON, P. L.; WALSMITH, J.; FOLDVARI, M.; ROUBENOFF, R.; TUCKER, K. L.; NELSON, M. E. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. **Diabetes Care**, v.25, n.12, p.2335-41, 2002.
- DUMOULIN, J.; BISSCHOP, G. **Bases Physiologiques de L'excitabilité neuro-musculaire: Électrothérapie**. Paris: Maloine; 1980.
- DUNSTAIN, D. W.; DALY, R. M.; OWEN, N.; JOLLEY, D.; COURTEN, M.; SHAW, J.; ZIMMET, P. High-Intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. **Diabetes Care**, v.25, n.10, p.1729-36, 2002.
- DUTTON, G. R.; JOHNSON, J.; WHITEHEAD, D.; BODENLOS, J. S.; BRANTLEY, P. J. Barriers to physical activity among predominantly low-income African-American patients with type2 diabetes. **Diabetes Care**, v.28, n.5, p.1209-10, 2005.
- FOX, E. L.; MATHEWS, D. K. **Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1983.
- GOODPASTER, B. H.; HE, J.; WATKINS, S.; KELLEY, D. E. Skeletal muscle lipid content and insulin resistance: Evidence for a paradox in endurance-trained athletes. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v.86, n.12, p.5755-61, 2001.
- HALPERN, A.; MATOS, A. F. G.; SIPLICY, H. L.; MANCINI, M. C.; ZANELLA, M. T. **Obesidade**. São Paulo: Lemos Editorial, 1998.
- HAMDY, O.; GOODYEAR, L. J.; HORTON, E. S. Diet and exercise in type 2 diabetes mellitus. **Endocrinology and Metabolism Clinics of North America**, v.30, n.4, p.883-907, 2001.
- HEDMAN, L.; BERGLUND, B.; ESSÉN-GUSTAVSSON; RENELAND, R.; LITHELL, H. Relationships between muscle morphology and insulin sensitivity are improved after adjustment for intra-individual variability in 70-year-old men. **Scandinavian Physiological Society**, v.169, p.125-32, 2000.
- HERNANDES JR, B. D. O. **Treinamento desportivo**. Rio de Janeiro: Sprint, 2000.
- HICKEY, M. S.; CAREY, J. O.; AZEVEDO, J. L.; HOUMARD, J. A.; PORIES, W. J.; ISRAEL, R. G.; DOHM, G. L. Skeletal muscle fiber

- composition is related to adiposity and in vitro glucose transport rate in humans. **Am J. Physiol**, v.268, p.E453-7, 1995.
- IBAÑEZ, J.; IZQUIERDO, M.; ARGÜELLES, I.; FORGA, L.; LARRIÓN, J. L.; GARCIA-UNCITI, M.; IDOATE, F.; GOROSTIAGA, E. M. Twice-weekly progressive resistance training decrease abdominal fat and improves insuline sensitivity in older men with type 2 diabetes. **Diabetes Care**, v.28, p.662-7, 2005.
- JOHNSON, M. A.; POLGAR, J.; WEIGHTMAN, D.; APPLETON, D. Data on the distribution of fiber type in thirty-six human muscle. An autopsy study. **J. Neurol Sci**, v.18, p.111-29, 1973.
- KLD BIOSISTEMAS. Equipamentos Eletrônicos. **Neurograph – Manual de operação ET875**. Amparo, [198-].
- KRIKETOS, A. D.; PAN, D. A.; LILLIOJA, S.; COONEY, G. J.; BAUR, L. A.; MILNER, M. R.; SUTTON, J. R.; JENKINS, A. B.; BOGARDUS, C.; STORLIEN, L. H. Interrelationships between muscle morphology, insulin action, and adiposity. **Am J. Physiol**, v.270, p.R1332-9, 1996.
- LAMPMAN, R. M.; SCHTEINGART, D. E. Effects of exercise training on glucose control, lipid metabolism and insulin sensitivity in hypertriglyceridemia and non-insulin-dependent diabetes mellitus. **Med. Sci. Sports Med**, v.23, p.703-12, 1991.
- LOW, J.; REED, A. **Eletrotherapy Explained**. London: Butter Worth Heinemann, 1994.
- NYHOLM, B.; QU, Z.; KAAL, A.; PEDERSEN, S. B.; GRAVHOLTZ, C. H.; ANDERSEN, J. L.; SALTIN, B.; SCHMITZ, O. Evidence of an increased number of type IIB muscle fibers in insulin resistant first-degree relatives of patients with NIDDM. **Diabetes**, v.46, p.1822-8, 1997.
- PEIRCE, N. S. Diabetes and Exercise. **Br. J. Sports Med**, v.33, n.3, p.161-72, 1999.
- ROBINSON, A. J.; SNYDER-MACKLER, L. **Eletrofisiologia Clínica – Eletroterapia e teste eletrofisiológico**. Porto Alegre: Artmed, 2001.
- ROCHA, P. E. C. P. **Medidas e avaliação em ciências do esporte**. Rio de Janeiro: Sprint, 2000.
- SANDEN, K. V. El electrodiagnóstico moderno: Sus procedimientos y alcances. **SRW-Nachrichten**, v.25, 1956.
- SCHNEIDER, S. H.; GULERIA, P. S. Diabetes and Exercise. In: WARREN, M. P.; CONSTANTINI, N. W. **Sports Endocrinology**. Hardcover: 2000.
- SEITZ, O.; GILLERT, O. Aportación clínica al diagnóstico moderno con corrientes exponenciales. **Elektromedizin**, v.2, 1957.
- SELLI, L.; PAPALÉO, L. K.; MENEGHEL, S. N.; TORNEROS, J. Z. Técnicas educacionales en el tratamiento de la diabetes. **Cad Saúde Pública**, v.21, n.5, p.1366-72, 2005.
- UTRIAINEN, T.; TAKALA, T.; LUOTALAHTI, M.; RONNEMAA, T.; LAINE, H.; RUOTSALAINEN, U.; HAAPARANTA, H.; NUUTILA, P.; YKI-JARVINEN, H. Insulin resistance characterizes glucose uptake in skeletal muscle but not in the heart in NIDDM. **Diabetologia**, v.41, p.555-9, 1998.
- VOGT, B.; MUHLBACHER, C.; CARRASCO-SA, J.; OBERMAINER-KUSSER, B.; SAFFER, E.; MUSHACK, J.; PONGRATZ, D.; HARING, H. U. Subcellular distribution of GLUT4 in the skeletal muscle of lean type 2 (non-insulin-dependent) diabetic patients in the basal state. **Diabetologia**, v.35, p.456-63, 1992.
- ZIERATH, J. R.; HE, L.; GUMA, A.; ODEGOARD, W. E.; KLIP, A.; WALLBERG-HENRIKSSON, H. Insulin action on glucose transport and plasma membrane GLUT4 content in skeletal muscle from patients with NIDDM. **Diabetologia**, v.39, p.1180-9, 1996.

Endereço

Rod. Adhemar de Barros, km 127 - Pista Sul
CEP 13820-000 - Jaguariúna - SP