

Comparação entre pico de torque e flexibilidade dos membros inferiores de indivíduos com e sem diabetes mellitus tipo 2

Comparison between muscle strength and flexibility of the lower limbs of individuals with and without type 2 diabetes mellitus

Comparación entre pico de torque y flexibilidad de los miembros inferiores de individuos con y sin diabetes mellitus tipo 2

Suzane Stella Bavaresco¹, Luma Zanatta de Oliveira², José Carlos dos Santos Albarello³, Alexandre Pereira Tognon⁴, Cleiton Chiamonti Bona⁵, Luiz Antonio Bettinelli⁶, Camila Pereira Leguisamo⁷

RESUMO | O objetivo deste trabalho foi comparar o pico de torque e flexibilidade dos membros inferiores de indivíduos com e sem diabetes mellitus tipo 2 (DM2). O método foi o estudo com grupos expostos e não expostos ao DM2. Foram incluídos indivíduos com diagnóstico médico de DM2, encaminhados para eletroneuromiografia, e não expostos ao DM2. Foram excluídos da pesquisa indivíduos com idade superior a 70 anos ou que, por algum motivo, não conseguiram realizar um ou dois dos testes. A amostra foi não probabilística, composta por 64 indivíduos: 34 (53,1%) expostos ao DM2 e 30 não expostos; 50 (78,1%) eram do sexo feminino, a idade média era de 60,7±7,1 anos, e o membro inferior dominante era o direito em 57 (89,1%) dos indivíduos. Comparando indivíduos com e sem diagnóstico de DM2, observou-se redução do torque de flexão à esquerda, em velocidade angular de 120° (25,94±2,26 vs. 33,79±2,4nm, p=0,027, respectivamente). Relatou-se menor valor do torque de dorsiflexão à direita, em velocidade angular de 60°, dos diabéticos em relação aos não diabéticos (10,95±0,89 vs. 13,95±0,96nm, p=0,033, respectivamente). Ao comparar indivíduos com DM2, com e sem diagnóstico de neuropatia diabética periférica (NDP), notou-se maior déficit de flexão entre os indivíduos neuropatas em comparação com

não neuropatas (46,57±9,47 vs. 11,63±13,85nm, p=0,049, respectivamente). Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ao comparar os grupos de expostos e não expostos ao DM2 e diabéticos neuropatas e não neuropatas.

Descritores | Força Muscular; Diabetes Mellitus Tipo 2; Dinamômetro de Força Muscular; Torque; Membros Inferiores.

ABSTRACT | To compare the muscle strength and flexibility of the lower limbs of individuals with and without T2DM. The method was a study of the types exposed and unexposed to T2DM. Individuals diagnosed with T2DM, individuals referred to electromyography, and those unexposed to T2DM were included. The exclusion criteria were: individuals over 70 years old; those who for some reason failed to complete one or both tests. The study population consisted of 64 individuals; 34 (53.1%) exposed to DM and 30 unexposed, 50 (78.1%) were female, the mean age was 60.7±7.1 and the dominant lower limb was right in 57 (89.1%) individuals. Comparing individuals with and without a diagnosis of DM, one observed a reduction in the flexion torque on the left at a 120 ° angular velocity in diabetics individuals compared with nondiabetic

Estudo desenvolvido no Laboratório de Biomecânica da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade de Passo Fundo (UPF) – Passo Fundo (RS), Brasil.

¹Universidade de Passo Fundo (UPF) – Passo Fundo (RS), Brasil. E-mail: suzanesbavaresco@hotmail.com. Orcid: 0000-0003-1615-164X

²Universidade de Passo Fundo (UPF) – Passo Fundo (RS), Brasil. E-mail: lumazanatta@hotmail.com. Orcid: 0000-0003-4352-3066

³Universidade de Passo Fundo (UPF) – Passo Fundo (RS), Brasil. E-mail: albarello1993@hotmail.com. Orcid: 0000-0001-5963-4866

⁴Universidade de Passo Fundo (UPF) – Passo Fundo (RS), Brasil. E-mail: aptognon@gmail.com. Orcid: 0000-0002-1035-2793

⁵Universidade de Passo Fundo (UPF) – Passo Fundo (RS), Brasil. E-mail: cleitonbona@gmail.com. Orcid: 0000-0003-3269-3879

⁶Universidade de Caxias do Sul (UCS) – Caxias do Sul (RS), Brasil. E-mail: luizantonibettinelli@gmail.com. Orcid: 0000-0002-7029-6834

⁷Universidade Luterana do Brasil (Ulbra) – Canoas (RS), Brasil. E-mail: camilaleguisamo@icloud.com. Orcid: 0000-0001-93058241

Endereço para correspondência: Suzane Stella Bavaresco – Rua Buarque de Macedo, 6875, Rio Branco – Nova Prata (RS), Brasil – CEP: 95320-000 – E-mail: suzanesbavaresco@hotmail.com – Fonte de financiamento: Nada a declarar – Conflito de interesses: Nada a declarar – Apresentação: 19 fev. 2018 – Aceito para publicação: 26 mar. 2019 – Aprovado pelo Comitê de ética em Pesquisa da Universidade de Passo Fundo (UPF) sob parecer nº 1.587.663.

patients, 25.94 ± 2.26 vs 33.79 ± 2.4 nm, $p=0.027$, respectively. The reduction in dorsiflexion torque on the right, at a 60° angular velocity was observed in diabetics compared with nondiabetic patients, 10.95 ± 0.89 vs 13.95 ± 0.96 nm, $p=0.033$, respectively. When comparing diabetic individuals with and without a diagnosis of PDN, one observed a greater flexion deficit among neuropathic individuals when compared with non-neuropathic individuals, 46.57 ± 9.47 vs 11.63 ± 13.85 nm, $p=0.049$, respectively. No statistically significant differences were found when comparing groups exposed and unexposed to T2DM, and neuropathic and non-neuropathic diabetics.

Keywords | Muscle Strength; Type 2 Diabetes Mellitus; Muscle Strength Dynamometer; Torque; Lower Extremity.

RESUMEN | El objetivo de este trabajo fue comparar el pico de torque y la flexibilidad de los miembros inferiores de individuos con y sin diabetes mellitus tipo 2 (DM2). El método fue el estudio con grupos expuestos y no expuestos al DM2. Se incluyeron individuos con diagnóstico médico de DM2, encaminados para electroneuromiografía, y no expuestos al DM2. Se excluyeron de la investigación a individuos mayores de 70 años o que, por algún motivo, no pudieron realizar una

o dos de las pruebas. La muestra fue no probabilística, compuesta por 64 individuos: 34 (53,1%) expuestos al DM2 y 30 no expuestos; 50 (78,1%) eran de sexo femenino, la edad media era de $60,7 \pm 7,1$ años, y el miembro inferior dominante era el derecho en 57 (89,1%) de los individuos. En comparación con individuos con y sin diagnóstico de DM2, se observó reducción del torque de flexión a la izquierda, en velocidad angular de 120° ($25,94 \pm 2,26$ frente a $33,79 \pm 2,4$ nm, $p=0,027$, respectivamente). Se ha reportado un menor valor del torque de dorsiflexión a la derecha, en velocidad angular de 60° , de los diabéticos con relación a los no diabéticos ($10,95 \pm 0,89$ frente a $13,95 \pm 0,96$ nm, $p=0,033$, respectivamente). Al comparar individuos con DM2, con y sin diagnóstico de neuropatía diabética periférica (NDP), se notó mayor déficit de flexión entre los individuos neuropáticos en comparación con no neuropáticos ($46,57 \pm 9,47$ vs. $11,63 \pm 13,85$ nm, $p=0,049$, respectivamente). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar los grupos de expuestos y no expuestos al DM2 y los diabéticos neuropáticos y no neuropáticos.

Palabras clave | Fuerza Muscular; Diabetes Mellitus Tipo 2; Dinamómetro de Fuerza Muscular; Torque; Miembros Inferiores.

INTRODUÇÃO

As doenças crônicas não transmissíveis (DCTN) são consideradas um problema de saúde pública e a primeira causa de óbitos no mundo, muitos desses prematuros¹⁻³. Das 38 milhões de pessoas que morrem devido às DCNT no mundo, 28 milhões são de países desfavorecidos economicamente^{1,2,4}. No Brasil, essas doenças foram responsáveis por cerca de 74% dos óbitos no ano de 2012, além de seus altos índices de morbidade³. E, dentre as DCNT que mais causam morbidades, destaca-se o diabetes mellitus (DM).

O DM não é apenas uma única doença, mas sim um grupo de distúrbios metabólicos, que têm em comum a hiperglicemia. Esse marcador é resultado de defeitos na secreção e/ou na ação da insulina⁵. Segundo classificação sugerida pela Associação Americana de Diabetes^{6,7} e pela *World Health Organization*², existem quatro tipos de DM: tipo 1 (DM1), tipo 2 (DM2), gestacional e outros tipos de DM específicos, sendo o DM2 o mais prevalente, presente em 90 a 95% dos casos⁵.

O DM2 é caracterizado por defeito tanto na ação quanto na secreção da insulina quando a hiperglicemia se manifesta. Na maioria dos casos, ambos os defeitos estão presentes, mas pode haver predomínio de um ou outro. Geralmente, o DM2 se manifesta após os 40 anos,

mas pode ocorrer em qualquer idade, dependendo dos hábitos de vida. Nesse tipo de DM, os pacientes não são dependentes de insulina exógena para sobreviver, porém, em alguns casos, é necessário seu uso para o controle glicêmico adequado⁵.

Como principal complicação crônica do DM2, a neuropatia diabética periférica (NDP) ocorre a nível microvascular e acomete cerca de 50% dos diabéticos ao longo dos anos, tendo como principal área afetada as extremidades inferiores⁸. É caracterizada por alterar a estrutura e a função nervosa de forma irreversível, devido à desmielinização, atrofia do axônio e diminuição do potencial regenerador, causando dor simétrica, perda sensorio-motora e parestesia⁸. Na maioria dos casos, afeta a qualidade de vida⁸ e aumenta os riscos de úlceras nos pés, amputações, morbidades cardiovasculares e mortalidade em geral⁹.

Estudos longitudinais e transversais sugeriram que o DM2 está associado à diminuição da qualidade, potência e força muscular, com maior gravidade nos membros inferiores do que nos membros superiores¹⁰⁻¹². Esta redução se agrava na presença de NDP e doença arterial coronariana (DAC) por seus efeitos na deficiência de fluxo sanguíneo¹³. Como consequência desses fatores, existe uma atrofia muscular principalmente no segmento distal dos membros inferiores^{14,15}. Logo, a qualidade, a potência e a força muscular

não são as únicas alterações causadas pelo DM2 com relação à função neuromuscular, pois a fadiga muscular prematura também pode influenciar esses fatores^{16,17}. Por isso, tais alterações podem ser as principais causas de limitações e elevado nível de incapacidades funcionais e físicas relatadas por essa população¹⁸⁻²⁰. Desta maneira, o objetivo deste estudo foi comparar o pico de torque e a flexibilidade dos membros inferiores de indivíduos com e sem DM2.

METODOLOGIA

Estudo do tipo expostos e não expostos ao DM2. Fizeram parte da amostra 64 pacientes ambulatoriais com e sem diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2. O estudo foi realizado no Laboratório de Biomecânica da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia (FEFF) da Universidade de Passo Fundo (UPF), nos ambulatórios de neurologia, endocrinologia e clínica médica do Hospital São Vicente de Paulo (HSVP) e na clínica privada Serviço de Neurologia e Neurocirurgia (SNN), todos situados na cidade de Passo Fundo (RS).

População do estudo

A população do estudo foi composta por indivíduos com diagnóstico de DM2 atendidos nos ambulatórios do HSVP e por indivíduos não expostos ao DM2 recrutados também nos ambulatórios da mesma instituição.

Critérios de inclusão

Foram incluídos indivíduos atendidos nos ambulatórios de neurologia, endocrinologia e clínica médica do HSVP, com diagnóstico médico de DM2, através de eletroneuromiografia, e não expostos ao DM2, recrutados a partir de anúncios no hospital participante.

Critérios de exclusão

Indivíduos com idade superior a 70 anos ou que, por algum motivo, não conseguiram realizar um ou ambos os testes (testes de força muscular periférica de membros inferiores e/ou teste de flexibilidade).

Procedimento amostral e coleta de dados

A amostragem foi não probabilística. Os indivíduos que preencheram os critérios de inclusão consentiram

por assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e as avaliações do estudo foram realizadas na FEFF/UPF, em dia e hora previamente agendados. Em seguida, foi iniciada a coleta de dados, com preenchimento da ficha clínica e sociodemográfica. Posteriormente, foram aplicados o teste de flexibilidade e os testes de força muscular dos membros inferiores (flexão e extensão de joelho; plantiflexão e dorsiflexão de tornozelo) no Laboratório de Biomecânica da FEFF. Tais dados foram coletados pela pesquisadora e colaboradores do estudo, inseridos em formulários de papel e sequencialmente numerados de acordo com a ordem de avaliação.

Análise estatística

Os dados coletados foram digitados em planilha do Excel e a análise estatística foi realizada utilizando-se o IBM SPSS Statistics (versão 22) para Windows. As variáveis numéricas foram descritas como média±desvio padrão ou mediana (percentil25 – percentil75) conforme apresentaram distribuição normal ou não normal. As variáveis numéricas foram expressas como frequências absoluta e relativa. As associações entre exposição ao diabetes ou neuropatia diabética periférica e: (1) idade, altura, massa corporal, índice de massa corporal (IMC) e flexibilidade foram avaliadas utilizando-se análise de variância com um critério de classificação; (2) sexo e dominância, utilizando-se o teste qui-quadrado de Pearson com correção de continuidade. As comparações da distribuição das medidas de pico de torque entre os grupos formados por indivíduos expostos e não expostos ao diabetes ou expostos ou não à neuropatia diabética periférica foram realizadas utilizando-se análises de covariância, nas quais cada medida de pico de toque foi definida como desfecho, exposição ao diabetes como variável independente e idade e índice de massa corporal como covariáveis. Foram descritos picos de torque médios estimados ajustados para idade com as respectivas estimativas de erro padrão. Considerou-se como estatisticamente significativos valores de probabilidade <0,05.

Protocolos utilizados

- (1) *Ficha de avaliação clínica.*
- (2) *Dinamômetro isocinético computadorizado Biodex Multi Joint System 3 Pro:* primeiramente, foram verificados massa corporal, estatura, pressão arterial (PA) e frequência cardíaca (FC) de cada indivíduo participante do estudo, antes da avaliação isocinética. Posteriormente, eles foram submetidos a aquecimento na bicicleta eletromagnética

Movement BM 2700 sem carga por um período de cinco minutos e, após, cada indivíduo foi encaminhado ao dinamômetro isocinético para avaliações.

Em seguida, foram avaliadas as articulações dos joelhos (bilateral), nos movimentos de flexão e extensão, nas velocidades angulares de 120, 180 e 240°/s. Os indivíduos foram confortavelmente posicionados na cadeira do equipamento apoiando as costas a 85° e ajustando até que a fossa poplíteia estivesse apoiada na parte anterior do assento. Era necessário que se estabilizasse o tronco e, para isso, foram utilizados cintos de segurança, sendo que dois cruzaram o tórax anterior e um foi posicionado horizontalmente na região pélvica. Para melhor fixar a coxa, foi utilizada uma cinta com velcro acima do joelho e também dois centímetros acima do maléolo medial, dando estabilidade à perna que executou o movimento. O eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado com o eixo da articulação do joelho. Antes de iniciar o teste, o avaliado executou três movimentos livres de extensão e flexão para que cada indivíduo se familiarizasse com o equipamento. Por fim, foi realizada uma série de cinco repetições nos movimentos de flexão e extensão de joelho, através de uma contração concêntrica do grupo muscular agonista seguida de outra do grupo antagonista, com intervalo de 60 segundos entre cada velocidade angular.

Para avaliar o pico de torque dos plantiflexores e dorsiflexores de tornozelo, o indivíduo foi colocado em decúbito dorsal no banco, com o quadril e os joelhos flexionados a 80° e 30°, respectivamente, com os joelhos apoiados na região poplíteia. O joelho, o tornozelo a ser testado e a região lombar foram estabilizados com almofada resistente e o pé contralateral permaneceu sobre um apoio. As mãos do indivíduo foram colocadas no apoio de braço. A flexão dorsal/flexão plantar foi testada em velocidades angulares de 30 e 60°/s. Cada movimento foi repetido cinco vezes nas duas velocidades através de uma contração concêntrica do grupo muscular agonista seguida de outra do grupo antagonista, com intervalos de repouso de 60 segundos entre cada velocidade angular.

Os parâmetros da dinamometria isocinética avaliados para os diferentes movimentos de joelho e tornozelo foram o pico de torque (PT), déficit muscular entre membros direito e esquerdo e relação agonista/antagonista, respectivamente.

(3) *Banco de Wells – WCS Cardiomed*: também conhecido como teste de sentar e alcançar. Nesse teste, o indivíduo foi posicionado sentado sobre um colchonete, com os braços em total contato com a face anterior do banco e os membros inferiores em extensão de joelhos e com o quadril

fletido. Posterior ao manejo correto do posicionamento, os indivíduos foram orientados a mover o escalímetro do banco ao máximo que conseguirem, realizando, assim, uma flexão de tronco. O valor obtido para cada tentativa foi expresso em centímetros e imediatamente anotado pelo avaliador. Os participantes realizaram três tentativas e a de maior valor foi considerada para a análise dos dados.

Considerações éticas

A todos os indivíduos que participaram deste estudo foi garantido o caráter voluntário e sem prejuízo à assistência em caso de recusa. Possivelmente, o único desconforto adicional determinado pela participação tenha sido o desconforto muscular das avaliações (biomecânicas e de flexibilidade). Com relação aos benefícios, eles não foram diretos, mas possibilitaram aos participantes uma avaliação fidedigna da questão muscular e da flexibilidade dos membros inferiores. Os resultados e os laudos das avaliações foram entregues aos participantes, que receberam explicações e ainda esclareceram suas dúvidas com a pesquisadora responsável. Logo, tendo os resultados em mãos, os participantes podem procurar tratamento (já que esse não será desenvolvido pela pesquisadora), com o intuito de minimizar os efeitos da diminuição de força dos membros inferiores, conforme orientações passadas.

RESULTADOS

A população em estudo foi composta por 64 indivíduos, 34 (53,1%) expostos ao DM e 30 não expostos. Dentre eles, 50 (78,1%) eram do sexo feminino, a idade média era 60,7±7,1 anos e o membro inferior dominante era o direito em 57 (89,1%) dos indivíduos. Conforme descrito na Tabela 1, os indivíduos expostos ao DM eram mais velhos, 62,8±6,73 vs. 58,2±6,94 anos, $p=0,009$, e com IMC mais elevado, 29,82±5,20 vs. 27,99±3,89kg/m², $p=0,027$ que aqueles não expostos ao DM2, respectivamente. Não se observou diferença estatisticamente significativa entre os grupos quanto à dominância, o peso, a altura e a flexibilidade.

Tabela 1. Descrição da amostra

	Grupos		p
	Não DM2 (n=30)	DM2 (n=34)	
Sexo (F)	24 (80,0%)	26 (76,5%)	0,970
Dominância (D)	28 (93,3%)	29 (85,3%)	0,531

(continua)

Tabela 1. Continuação

	Grupos		p
	Não DM2 (n=30)	DM2 (n=34)	
Idade (anos)	58,2±6,94	62,8±6,73	0,009
Peso (kg)	70,4±10,9	76,6±14,5	0,058
Flexibilidade	21,06±8,69	23,13±10,65	0,401
Altura	1,60±0,07	1,60±0,094	0,845
IMC	27,99±3,89	29,82±5,20	0,027

Valores expressam frequência absoluta e relativa ou média±desvio padrão.

Ao comparar indivíduos com e sem diagnóstico de DM2, observou-se, conforme descrito na Tabela 2, menores valores do torque de flexão à esquerda, em velocidade angular de 120°, dos DM2 e relação aos não DM2, 25,94±2,26 vs. 33,79±2,4nm, p=0,027, respectivamente.

Conforme descrito na Tabela 3, observou-se também redução do torque de dorsiflexão à direita, em velocidade angular de 60°, dos DM2 em relação aos não DM2, 10,95±0,89 vs. 13,95±0,96nm, p=0,033, respectivamente. Não se observou diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação às demais medidas biomecânicas.

Tabela 2. Comparação do pico de torque dos músculos extensores e flexores de joelho entre os grupos: não expostos ao DM2 e expostos ao DM2; DM2 sem NDP e DM2 com NDP

	Grupo			Grupo		
	Não DM2 (n=30)	DM2 (n=34)	p	Não NDP (n=11)	NDP (n=23)	p
Velocidade angular 120°						
Extensão direita	76,06±5,3	73,2±4,9	0,703	73,91±7,69	73,22±5,26	0,942
Extensão esquerda	80,15±4,7	70,07±4,4	0,141	77,52±7,00	65,07±4,78	0,158
Déficit de extensão	18,67±6,3	23,5±6,2	0,612	15,10±6,65	22,82±4,55	0,353
Flexão direita	30,5±2,5	27,37±2,4	0,264	26,20±3,66	26,56±2,50	0,936
Flexão esquerda	33,79±2,4	25,94±2,26	0,027	28,41±3,45	23,66±2,36	0,271
Déficit de flexão	31,04±8,32	39,95±7,77	0,458	11,63±13,85	46,57±9,47	0,049
Velocidade angular 180°						
Extensão direita	64,23±4,76	60,89±4,44	0,625	62,40±7,62	60,89±5,21	0,874
Extensão esquerda	66,83±3,96	60,65±3,7	0,279	67,91±6,12	56,28±4,18	0,133
Déficit de extensão	18,08±4,8	18,96±4,5	0,899	20,79±5,02	14,96±3,43	0,352
Flexão direita	30,36±2,3	24,54±2,16	0,083	23,01±3,43	25,03±2,34	0,635
Flexão esquerda	31,05±2,25	25,58±2,10	0,094	28,79±3,41	23,41±2,33	0,208
Déficit de flexão	23,50±4,07	25,30±3,80	0,757	29,14±5,89	25,26±4,02	0,596
Velocidade angular 240°						
Extensão direita	58,61±4,26	55,01±3,98	0,557	59,88±7,12	53,22±4,87	0,453
Extensão esquerda	60,65±3,64	52,86±3,40	0,140	58,46±5,53	49,81±3,78	0,214
Déficit de extensão	16,33±3,93	14,83±3,68	0,790	12,26±4,35	15,87±2,97	0,504
Flexão direita	28,82±2,16	25,10±2,02	0,234	27,21±3,59	24,10±2,45	0,487
Flexão esquerda	30,02±2,04	24,93±1,91	0,087	28,39±3,21	23,40±2,19	0,215
Déficit de flexão	15,35±3,33	21,12±3,11	0,231	22,56±5,37	18,74±3,67	0,567

DM2: diabetes mellitus tipo 2; NDP: neuropatia diabética periférica; p: valor de probabilidade. Valores expressam média±desvio padrão, ajustados para idade e IMC.

Tabela 3. Comparação do pico de torque dos músculos plantiflexores e dorsiflexores de tornozelo entre os grupos não expostos ao DM2 e expostos ao DM2; diabéticos sem NDP e diabéticos com NDP

	Grupo			Grupo		
	Não DM2 (n=30)	DM2 (n=34)	p	Não NDP (n=11)	NDP (n=23)	p
Velocidade angular 30°						
Plantiflexão direita	52,61±3,54	46,92±3,31	0,266	51,42±5,80	43,37±3,69	0,268
Plantiflexão esquerda	57,81±3,58	48,20±3,34	0,065	52,39±5,26	44,36±3,59	0,224
Déficit de plantiflexão	20,10±4,29	25,09±4,00	0,418	18,33±6,90	27,94±4,71	0,266
Dorsiflexão direita	18,79±1,95	14,39±1,82	0,120	15,23±1,50	14,19±1,02	0,581
Dorsiflexão esquerda	17,02±1,31	14,70±1,22	0,220	15,08±1,88	14,63±1,28	0,848
Déficit de dorsiflexão	33,66±9,13	26,62±8,53	0,592	14,12±10,68	32,95±7,30	0,162
Velocidade angular 60°						
Plantiflexão direita	45,91±2,93	40,18±2,74	0,177	43,57±4,98	37,63±3,41	0,340
Plantiflexão esquerda	47,74±3,11	39,1±2,91	0,057	45,40±4,68	35,08±3,20	0,083

(continua)

Tabela 3. Continuação

	Grupo			Grupo		
	Não DM2 (n=30)	DM2 (n=34)	p	Não NDP (n=11)	NDP (n=23)	p
Déficit plantiflexão	18,58±3,16	20,67±2,95	0,645	11,22±5,68	24,98±3,88	0,058
Dorsiflexão direita	13,95±0,96	10,95±0,89	0,033	12,64±1,16	10,83±0,79	0,217
Dorsiflexão esquerda	14,02±1,17	10,92±1,09	0,070	11,48±1,78	10,94±1,21	0,806
Déficit dorsiflexão	34,71±8,42	20,58±7,86	0,244	25,30±4,40	20,77±3,00	0,409

DM2: diabetes mellitus tipo 2; NDP: neuropatia diabética periférica; p: valor de probabilidade. Valores expressam média±erro padrão, ajustados para idade e IMC.

Ao comparar indivíduos diabéticos com e sem diagnóstico de NDP, observou-se, conforme descrito na Tabela 2, maior déficit de flexão entre os indivíduos neuropatas quando comparados aos não neuropatas, 46,57±9,47 vs. 11,63±13,85nm, p=0,049, respectivamente. Não se observou diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação às demais medidas biomecânicas (Tabelas 2 e 3).

DISCUSSÃO

Neste estudo não se observou uma redução consistente das medidas biomecânicas tanto de indivíduos com DM2 comparados como não DM2 quanto de indivíduos com DM2 com neuropatia diabética periférica comparados com aqueles sem neuropatia. No entanto, apesar de sem significância do ponto de vista estatístico, os valores médios apresentados, tanto pelos DM2 em comparação aos não DM2, quanto pelos neuropatas comparados aos não neuropatas, sugerem que possa existir redução do torque nessas populações, mas o estudo não tem poder estatístico para demonstrá-la.

O efeito do DM2 sobre a força muscular, em especial nos membros inferiores, vem sendo confirmado em muitos estudos, além da correlação entre a intensidade da NDP, da hemoglobina glicada e outros fatores, com a diminuição da força^{17,20-26}. Alguns estudos afirmam que a força muscular é afetada pelo gênero, idade e índice de massa corporal (IMC)²⁷. Entretanto, se a força muscular é normalizada pela área de secção transversa ou pela massa muscular, a influência do gênero poderia ser reduzida^{26,28}.

Um estudo realizado em 2014 testou a hipótese de que pacientes diabéticos possuíam músculos mais fracos que indivíduos saudáveis. Foram avaliados e comparados 12 pacientes com mais de 10 anos de diagnóstico, 18 pacientes com menos de 10 anos de diagnóstico e 20 indivíduos saudáveis, de ambos os sexos, não obtendo diferença significativa entre os grupos. Esse resultado

pode ter sido influenciado pela idade, pelo sexo e pelo número pequeno da amostra. Os valores de pico de torque máximo de flexor e pico de torque máximo extensor de joelhos não foram afetados tanto no teste isométrico quanto no teste isocinético. Ainda, demonstrou-se claramente que os homens eram significativamente mais fortes que as mulheres. Neste estudo, obteve-se diferença estatisticamente significativa apenas na variável “velocidade angular de 120° no movimento de flexão de joelho esquerdo” (p=0,027) e, no restante das 17 variáveis, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa (p>0,05).

Em 2012, o estudo de Ijzerman et al. teve por objetivo distinguir os efeitos do DM2 e da NDP na força muscular, qualidade de vida e mobilidade. Fizeram parte da amostra 98 pacientes com NDP, 39 pacientes sem NDP e 19 indivíduos saudáveis, de ambos os gêneros¹⁷. Esses realizaram testes isométricos e isocinéticos, para avaliar a força muscular dos membros inferiores (plantiflexores e dorsiflexores de tornozelos; flexores e extensores de joelhos), SF36 para avaliar a qualidade de vida, teste de caminhada de seis minutos (TC6), *timed up and go test* (TUGT) e um questionário de atividade física adaptado para idosos, com o intuito de avaliar a mobilidade dos participantes da pesquisa. E, como resultado, tanto o grupo com NDP quanto o sem NDP obtiveram resultados inferiores na força voluntária máxima e em todos os parâmetros mensurados de joelho e tornozelo, quando comparados ao grupo-controle, porém com diferença estatisticamente significativa apenas no movimento de flexão de joelhos, corroborando este estudo. Além disso, não existiram diferenças entre os DM2 com e sem NDP¹⁷.

Outro estudo de Ijzerman et al.³⁰ testou a hipótese que a redução de força muscular em pacientes DM2 sem NDP diagnosticada clinicamente por consequência da lesão nervosa precoce e que com NDP diagnosticada clinicamente possuíam maior fraqueza muscular quando comparados com pacientes DM2 sem NDP diagnosticada de maneira clínica devido ao aumento da

degradação do sistema nervoso motor. Porém, os valores obtidos no estudo foram de encontro a essa hipótese, e os autores sugeriram que a redução da força muscular voluntária se desenvolve de maneira independente à perda motora ou à perda da função nervosa sensorial em pacientes DM2 com e sem NDP.

Ainda sobre o estudo anterior, os autores sugeriram três conclusões válidas: a primeira foi que o grupo de DM2 com NDP apresentou potencial de ação muscular composto, sugerindo uma menor quantidade de massa muscular entre os dois grupos; a segunda foi que a velocidade de condução esteve reduzida no grupo de DM2 com NDP, indicando deterioração da função nervosa; e a terceira foi que a força muscular foi relativamente menor no grupo de DM2 sem NDP do que no grupo-controle³⁰.

No ano de 2014, Allen et al.³¹ avaliaram os efeitos da NDP sobre a contração muscular e como esses estão relacionados à morfologia e à desnervação do músculo. Foram avaliados 12 pacientes (sete homens e cinco mulheres com idade entre 32 e 78 anos) com DM2 (não insulino dependentes) e NDP confirmada através de características clínicas e estudo eletrofisiológico, e 12 indivíduos saudáveis (com a mesma distribuição de gênero do outro grupo, porém com idade entre 29 e 77 anos) fizeram parte do grupo-controle. Para avaliar a força no movimento de dorsiflexão, foi realizado um teste isométrico apenas na perna dominante, o que difere deste, em que ambas as pernas foram utilizadas, tanto para avaliação de dorsiflexores e plantiflexores de tornozelo, quanto para flexores e extensores de joelho, e o teste foi isocinético (concêntrico de agonista/concêntrico de antagonista). Porém, no estudo de Allen et al., no grupo de pacientes com DM2 com NDP, foi encontrada redução de força muscular e de outros marcadores do tibial anterior estatisticamente significativa.

Com relação à forma de avaliação, são poucos os estudos encontrados que utilizaram o método avaliação isocinético. Alguns utilizam o método de avaliação isométrico ou, como caso de dois estudos citados acima, utilizaram ambas as formas. Além disso, os valores apresentados tanto nas avaliações biomecânicas quanto nas avaliações de flexibilidade por grande parte do grupo de não expostos ao DM2 também foram de encontro às hipóteses deste estudo, podendo indicar um sinal importante, pois, mesmo sem o DM2, os valores ficaram abaixo do que era esperado para alguns pacientes. Logo, indivíduos que não desenvolvem DM2 também necessitam de acompanhamentos e investigações mais detalhadas sobre a questão muscular dos membros inferiores.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados, podemos concluir que não foram encontrados menores valores consistentes das medidas biomecânicas avaliadas e na flexibilidade de indivíduos expostos ao DM2 quando comparados com indivíduos não expostos ao DM2. Além disso, também não foram encontrados menores valores das medidas citadas, quando comparados os indivíduos DM2 com NDP e indivíduos DM2 sem NDP.

Os valores médios apresentados por esta amostra sugerem que possa existir diminuição do pico de torque, mesmo sem significância estatística. Porém, nosso estudo não tem poder do ponto de vista estatístico para demonstrá-la.

Um resultado importante foi percebido ao longo desta pesquisa. Alguns dos indivíduos que fizeram parte do grupo de não expostos ao DM2 tiveram resultados abaixo do esperado tanto nos testes biomecânicos quanto no teste de flexibilidade. Em contrapartida, os indivíduos diabéticos com e sem NDP apresentaram bons resultados em ambos os testes realizados. Logo, destacamos a importância do incentivo à atividade física e conhecimento sobre o DM2, pois grande parte destes indivíduos realizavam algum tipo de atividade e estavam cientes quanto aos efeitos dessa doença a curto e, principalmente, longo prazo.

REFERÊNCIAS

1. Pan American Health Organization. Health in the Americas 2012 edition: regional outlook and country profiles. Washington, DC: Pan American Health Organization; 2012.
2. World Health Organization. Global status report on noncommunicable diseases 2014. Geneva: World Health Organization; 2014.
3. Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise e Situação de Saúde. Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil, 2011-2022. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2011.
4. World Health Organization. Fact sheets: noncommunicable diseases. Geneva: World Health Organization; 2015.
5. Oliveira JEP, Vencio S, editors. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes: 2014-2015. São Paulo: AC Farmacêutica; 2015.
6. World Health Organization. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications: report of a WHO Consultation. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus. Geneva: World Health Organization; 1999.
7. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Diabetes Care. 2013;36(1):S67-74. doi: 10.2337/dc13-S067

8. Vukojević Z, Pekmezović T, Nikolić A, Perić S, Basta I, Marjanović, et al. Correlation of clinical and neurophysiological findings with health related quality of life in patients with diabetic polyneuropathy. *Vojnosanit Pregl*. 2014;71(9):833-8. doi: 10.2298/VSP120919015V
9. Mochizuki Y, Tanaka H, Matsumoto K, Sano H, Toki H, Shimoura H, et al. Association of peripheral nerve conduction in diabetic neuropathy with subclinical left ventricular systolic dysfunction. *Cardiovasc Diabetol*. 2015;14:47. doi: 10.1186/s12933-015-0213-4
10. Park SW, Goodpaster BH, Strotmeyer ES, Kuller LH, Broudeau R, Kammerer C, et al. Accelerated loss of skeletal muscle strength in older adults with type 2 diabetes: the health, aging, and body composition study. *Diabetes Care*. 2007;30(6):1507-12. doi: 10.2337/dc06-2537
11. Sacchetti MS, Balducci S, Bazzucchi I, Carlucci F, Palumbo A, Haxhi J, et al. Neuromuscular dysfunction in diabetes: role of motor nerve impairment and training status. *Med Sci Sports Exerc*. 2013;45(1):52-9. doi: 10.1249/MSS.0b013e318269f9bb
12. Orlando G, Balducci S, Bazzucchi I, Pugliese G, Sacchetti M. Neuromuscular dysfunction in type 2 diabetes: underlying mechanisms and effect of resistance training. *Diabetes Metab Res Rev*. 2016;32(1):40-50. doi: 10.1002/dmrr.2658
13. Balducci S, Sacchetti M, Orlando G, Salvi L, Pugliese L, Salerno G, et al. Correlates of muscle strength in diabetes: the study on the assessment of determinants of muscle and bone strength abnormalities in diabetes (SAMBA). *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2014;4(1):18-26. doi: 10.1016/j.numecd.2013.04.010
14. Parmenter BJ, Raymond J, Dinnen PJ, Lusby RJ, Singh MAF. Preliminary evidence that low ankle-brachial index is associated with reduced bilateral hip extensor strength and functional mobility in peripheral arterial disease. *J Vasc Surg*. 2013;57(4):963-73. doi: 10.1016/j.jvs.2012.08.103
15. Andreassen CS, Jakobsen J, Ringgaard S, Ejskjaer N, Andersen H. Accelerated atrophy of lower leg and foot muscles: a follow-up study of long-term diabetic polyneuropathy using magnetic resonance imaging (MRI). *Diabetologia*. 2009;52(6):1182-91. doi: 10.1007/s00125-009-1320-0
16. Allen MD, Kimpinski K, Doherty TJ, Rice CL. Decreased muscle endurance associated with diabetic neuropathy may be attributed partially to neuromuscular transmission failure. *J Appl Physiol*. 2015;118(8):1014-22. doi: 10.1152/jappphysiol.00441.2014
17. Ijzerman TH, Schaper NC, Melai T, Meijer K, Willems PJB, Savelberg HHCM. Lower extremity muscle strength is reduced in people with type 2 diabetes, with and without polyneuropathy, and is associated with impaired mobility and reduced quality of life. *Diabetes Res Clin Pract*. 2012;95(3):345-51. doi: 10.1016/j.diabres.2011.10.026
18. Bianchi L, Zuliani G, Volpato S. Physical disability in the elderly with diabetes: epidemiology and mechanisms. *Curr Diab Rep*. 2013;13(6):824-30. doi: 10.1007/s11892-013-0424-6
19. Gregg EW, Beckles GL, Williamson DF, Leveille SG, Langlois JA, Engelgau MM, et al. Diabetes and physical disability among older U.S. adults. *Diabetes Care*. 2000;23(9):1272-7. doi: 10.2337/diacare.23.9.1272
20. Sayer AA, Dennison EM, Syddall HE, Gilbody HJ, Phillips DIW, Cooper C. Type 2 diabetes, muscle strength, and impaired physical function: the tip of the iceberg? *Diabetes Care*. 2005;28(10):2541-2. doi: 10.2337/diacare.28.10.2541
21. Andersen H, Nielsen S, Mogensen CE, Jakobsen J. Muscle strength in type 2 diabetes. *Diabetes*. 2004;53(6):1543-8. doi: 10.2337/diabetes.53.6.1543
22. Bokan V. Muscle weakness and other late complications of diabetic polyneuropathy. *Acta Clin Croat [Internet]*. 2011 [cited 2019 Apr 24];50(3):351-5. Available from: hrcak.srce.hr/84096
23. Halvatsiotis P, Short KR, Bigelow M, Nair KS. Synthesis rate of muscle proteins, muscle functions, and amino acid kinetics in type 2 diabetes. *Diabetes*. 2002;51(8):2395-404. doi: 10.2337/diabetes.51.8.2395
24. Andreassen CS, Jakobsen J, Andersen H. Muscle weakness: a progressive late complication in diabetic distal symmetric polyneuropathy. *Diabetes*. 2006;55(3):806-12. doi: 10.2337/diabetes.55.03.06.db05-1237
25. Hawley J, Zierath JR, editors. *Physical activity and type 2 diabetes: therapeutic effects and mechanisms of action*. Champaign: Human Kinetics; 2008.
26. Park SW, Goodpaster BH, Strotmeyer ES, Rekeeneire N, Harris TB, Schwartz AV, et al. Decreased muscle strength and quality in older adults with type 2 diabetes: the health, aging, and body composition study. *Diabetes*. 2006;55(6):1813-8. doi: 10.2337/db05-1183
27. Harbo T, Brincks J, Andersen H. Maximal isokinetic and isometric muscle strength of major muscle groups related to age, body mass, height, and sex in 178 healthy subjects. *Eur J Appl Physiol*. 2012;112(1):267-75. doi: 10.1007/s00421-011-1975-3
28. Jones EJ, Bishop PA, Woods AK, Green JM. Cross-sectional area and muscular strength: a brief review. *Sports Med*. 2008;38(12):987-94. doi: 10.2165/00007256-200838120-00003
29. Boshra H, Bahrpeyma F, Tehrani MRM. The comparison of muscle strength and short term endurance in the different periods of type 2 diabetes. *J Diabetes Metab Disord*. 2014;13:22. doi: 10.1186/2251-6581-13-22
30. Ijzerman TH, Schaper NC, Melai T, Blijham P, Meijer K, Willems PJB, et al. Motor nerve decline does not underlie muscle weakness in type 2 diabetic neuropathy. *Muscle Nerve*. 2011;44(2):241-5. doi: 10.1002/mus.22039
31. Allen MD, Major B, Kimpinski K, Doherty TJ, Rice CL. Skeletal muscle morphology and contractile function in relation to muscle denervation in diabetic neuropathy. *J Appl Physiol*. 2014;116(5):545-52. doi: 10.1152/jappphysiol.01139.2013