

**RODRIGO SOUZA CELES**

**ADAPTAÇÕES INICIAIS DO TREINO DE POTÊNCIA NA CAPACIDADE  
FUNCIONAL, FORÇA E POTÊNCIA MUSCULARES EM DIABÉTICOS TIPO 2**

Brasília, 2012

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

RODRIGO SOUZA CELES

**ADAPTAÇÕES INICIAIS DO TREINO DE POTÊNCIA NA CAPACIDADE  
FUNCIONAL, FORÇA E POTÊNCIA MUSCULARES EM DIABÉTICOS TIPO 2**

Tese apresentada como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciências da Saúde pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade de Brasília.

**Orientador:** Prof.º Dr. Martim Bottaro Marques

BRASÍLIA

2012

*Dedico este trabalho aos meus pais, Maria Tereza e Luiz Augusto, por todo suporte, apoio e incentivo. Obrigado, por sempre acreditarem em mim.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Martim Bottaro, pela confiança e orientações que me possibilitaram um grande crescimento na pesquisa e docência.

Aos voluntários, pela dedicação e comprometimento.

A professora Dra. Jane Dullius, pelo apoio e suporte durante a realização do trabalho.

Aos colegas e amigos do grupo, Maria Cláudia, Fabiano e Valdinar, Saulo Martorelli, André Martorelli, Diego, Rafael e Paulo Gentil pelo imenso carinho e disponibilidade. Sem a ajuda de vocês o trabalho teria sido muito mais árduo.

Ao professor e colega, Celso Chiarini, ao despender seu tempo para me fazer compreender um pouco de estatística.

A minha irmã Juliana e minha noiva Cláudia pelo auxílio na revisão ortográfica e gramatical do trabalho final.

Ao meu irmão Leandro, que mesmo reclamando, sempre esteve a disposição (na porta ao lado) para resolver os enigmáticos problemas de informática.

Ao Centro de Aperfeiçoamento em Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pelo apoio durante o curso de doutorado.

Ao pessoal da Secretaria de Pós-Graduação da Ciências da Saúde da UnB, Karlla, Francisca e Edigrês, por toda atenção e carinho.

Aos amigos do grupo de estudo da UnB.

A minha noiva, Cláudia, pelo amor, carinho, paciência e incentivo demonstrados.

Aos familiares e amigos que sempre torceram pelo meu sucesso.

*“O começo de todas as ciências é o espanto de as coisas serem o que são”.*  
*(Aristóteles)*

## Resumo

O diabetes Mellitus (DM) é um dos principais problemas de saúde pública, acometendo mais de 11% da população brasileira e sendo considerada um dos principais fatores de morte. Entre os diversos tipos de DM, podemos apontar a tipo 2 como mais relevante, por compor 90% dos casos, atingindo principalmente os mais idosos. O DM tem diversas complicações, dentre as quais, podemos destacar a neuropatia periférica, a retinopatia, doenças cardiovasculares, perda de força muscular e redução da capacidade funcional. O objetivo do presente estudo foi investigar o efeito de 6 semanas de atividades recreativa (AR) versus treino de potência (TP) na performance funcional e neuromuscular de diabéticos tipo 2. Trinta diabéticos tipo 2 ( $63 \pm 11$  anos;  $163,51 \pm 8,37$  cm;  $76,90 \pm 16,88$  kg) foram divididos em dois grupos: 1) TP (3 séries de 8-10 repetições o mais rápido possível com 50-60% 1RM) e 2) AR (40 a min de caminhada ou aula dança ou alongamento ou exercícios com o peso corporal). Os grupos exercitavam-se 3 vezes por semana e foram avaliados nos seguintes testes: *i*) testes funcionais de Rikli e Jones (caminhada 6min; levantar e sentar da cadeira em 30s; levantar da cadeira e dar a volta ao cone posicionado a 3m da cadeira retornando a posição inicial); *ii*) pico de torque PT (isométrico; a  $60^\circ/s$ ; a  $180^\circ/s$ ); *iii*) taxa de desenvolvimento de força (TDF) nos intervalos 0-30ms, 0-50ms, 0-100ms, 0-200ms, 0-300ms e até o PT; *iv*) na taxa de variação da velocidade (TVV) a  $60$  e  $180^\circ/s$ . A diferença Pré e Pós testes, bem como as diferenças entre os grupos, foi analisada pela ANOVA 2 X 2 [Tempo (Pré e Pós) X grupo (AR e TP)]. O grupo TP obteve melhora ( $p < 0,05$ ) entre Pré e Pós nos testes funcionais (8,2% - teste de caminhada e 24,2% - teste de levantar e sentar da cadeira), na força (8,1% - PT isométrico, 7,6% - PT  $60^\circ/s$  e 12,2% - PT  $180^\circ/s$ ) e na potência muscular (25,4% - TDF 0-200ms e 20,9% - TDF 0-300ms). AR não obteve melhora em nenhum dos testes, e sim uma redução ( $p < 0,05$ ) na TDF (-27,4% - 0-30ms, -28,1% - 0-50ms e -30,5% - até PT) e na TVV (-21,9% -  $180^\circ/s$ ). No momento Pós, o TP foi superior ( $p < 0,05$ ) ao AR nos testes funcionais (caminhada e no teste de levantar e sentar da cadeira) e na força muscular (PT a  $60^\circ/s$ ). Os resultados demonstram que seis semanas de treinamento de potência é um estratégia eficiente para melhorar a capacidade funcional, a força e a potência musculares em diabéticos tipo 2.

**Palavres chaves:** Diabéticos tipo 2; capacidade funcional; exercício resistido; treino de potência.

## Abstract

Diabetes Mellitus (DM) is a major public health problem, affecting more than 11% of the Brazilian population and it is considered one of the leading causes of death. Among the various types of diabetes, type 2 can be pointed as being more relevant, composing 90% of cases and affecting mainly the elderly. The DM has several complications, among which we can highlight peripheral neuropathy, the retinopathy, cardiovascular disease, loss of muscle strength and reduced functional performance. The aim of this study was to investigate the effect of 6 weeks of recreational activities (RA) versus power training (PT) on functional performance, muscle strength and power of type 2 diabetics. Thirty type 2 diabetic ( $63 \pm 11$  years;  $163.51 \pm 8.37$  cm,  $76.90 \pm 16.88$  kg) were divided into two groups TP (3 sets of 8-10 repetitions as fast as possible with 50-60 % 1RM) or RA (40 min walk or dance class or stretching or exercises with body weight). Both groups exercised three times per week and subjects were evaluated: *i*) Rikli and Jones functional tests (6min walk; 30s chair stand test; 8ft – up and go test), *ii*) peak torque PT (isometric; at 60 °/s; 180 °/s), *iii*) the rate of force development (RFD) in the intervals of 0-30ms, 0-50ms, 0-100ms, 0-200ms, 0-300ms and to the PT; *iv*) the rate of velocity development (RVD) at 60 and 180°/s. The difference pre and post tests, as well as differences between groups was analyzed by 2 X 2 ANOVA [time (Pre and Post) x group (RA and TP)]. The TP group improvement was found ( $p < 0.05$ ) between Pre and Post on functional tests (8.2% - walk test and 24.2% - test stand and sit from a chair), strength (8.1% - PT isometric, 7.6% - PT 60 °/s and 12.2% - PT 180 °/s) and muscle power (25.4% - RFD 0-200ms and 20.9% - RFD 0-300ms). RA had no improvement in any of the tests, but a reduction ( $p < 0.05$ ) in RFD (-27.4% - 0-30ms, -28.1% - 0-50ms and -30.5% - up PT) and RVD (-21.9% - 180 °/s). TP was better than RA ( $p < 0.05$ ) in Post test on functional tests (walking and stand and sit from a chair) and muscle strength (PT 60 °/s). The results show that six weeks of power training is an efficient strategy to improving functional performance, strength and muscle power in type 2 diabetes.

**Keywords:** Type 2 diabetics; functional performance; resistance exercise; power training.

## Lista de Figuras

Figura 1 - Teste de caminhada (6min) - Comparação entre os Grupos AR (n=13) e TP (n=12) nos momentos Pré e Pós intervenção. ....	30
Figura 2 - Teste de levantar e sentar (30s) - Comparação entre os Grupos AR (n=15) e TP (n=15) nos momentos Pré e Pós intervenção. ....	31
Figura 3 - Teste de volta ao cone - Comparação entre os Grupos AR (n=15) e TP (n=15) nos momentos Pré e Pós intervenção. ....	32
Figura 4 - Pico de torque isométrico - Comparação entre os Grupos AR (n=10) e TP (n=12) nos momentos Pré e Pós intervenção. ....	33
Figura 5 - Pico de torque 60°/s - Comparação entre os Grupos AR (n=10) e TP (n=12) nos momentos Pré e Pós intervenção. ....	34
Figura 6 - Pico de torque a 180°/s - Comparação entre os Grupos AR (n=10) e TP (n=12) nos momentos Pré e Pós intervenção. ....	35
Figura 7 - Taxa de Desenvolvimento de Força - Comparação entre os momentos Pré e Pós no Grupo AR (n=10). ....	37
Figura 8 - Taxa de Desenvolvimento de Força - Comparação entre os momentos Pré e Pós no Grupo TP (n=12). ....	37
Figura 9 - Taxa de Variação de Velocidade 60°/s - Comparação entre os Grupos AR (n=10) e TP (n=12) nos momentos Pré e Pós intervenção. ....	38
Figura 10 - Taxa de Variação de Velocidade 180°/s - Comparação entre os Grupos AR (n=10) e TP (n=12) nos momentos Pré e Pós intervenção. ....	39

## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Divisão dos circuitos por subgrupo nos dias da semana .....	28
Tabela 2 - Sequência dos exercícios nos três circuitos .....	28
Tabela 3 – Média e desvio padrão dos testes de AVD no momento Pré e Pós .....	32
Tabela 4 - Pico de Torque (PT) Pré e Pós nas diferentes velocidades .....	35
Tabela 5 - Taxa de Desenvolvimento de Força (TDF) nos diferentes intervalos .....	36
Tabela 6 - Valores de $f$ e $p$ encontrados na comparação entre os grupos no momento Pós .....	36
Tabela 7 - Taxa de variação da velocidade ( $^{\circ}/s^2$ ).....	39

## Lista de Abreviaturas e Siglas

ANCOVA	Análise de Covariância
ANOVA	Análise de Variância
AR	Atividades Recreativas
AVD	Atividades da Vida Diária
DM	Diabete Mellitus
EMG	Eletromiografia
GC	Grupo Controle
min	Unidade de medida de tempo (minuto)
N.m	Unidade de medida de torque (Newton * metro)
°/s	Unidade de medida de velocidade angular (graus por segundo)
°/s <sup>2</sup>	Unidade de medida de aceleração angular (graus por segundo ao quadrado)
PT	Pico de Torque
RM	Repetição Máxima
s	Unidade de medida de tempo (segundos)
SPSS	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>
TDF	Taxa de Desenvolvimento de Força
TP	Treino de Potência
TR	Treinamento Resistido Tradicional
TVV	Taxa de Variação da Velocidade
UnB	Universidade de Brasília
vs.	Versus

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVO</b> .....	<b>15</b>
2.1 Objetivos Específicos .....	15
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
3.1 Diabetes e Capacidade Funcional .....	16
3.2 Treinamento de Potência e Capacidade Funcional .....	18
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>22</b>
4.1 Amostra .....	22
4.2 Procedimentos .....	23
<b>4.2.1 Anamnese</b> .....	<b>23</b>
<b>4.2.2 Pressão Arterial e Glicemia</b> .....	<b>23</b>
<b>4.2.3 Avaliação Antropométrica</b> .....	<b>23</b>
<b>4.2.4 Avaliações do Pico de Torque (PT)</b> .....	<b>24</b>
<b>4.2.5 Avaliação da Taxa de Desenvolvimento de Força (TDF) e Taxa de         Variação da Velocidade (TVV)</b> .....	<b>25</b>
<b>4.2.6 Avaliação da Capacidade Funcional</b> .....	<b>25</b>
4.3 Procedimentos Experimentais .....	26
<b>4.3.1 Ajustes na Metodologia</b> .....	<b>27</b>
4.4 Análise Estatística dos Dados .....	28
4.5 Comitê de Ética .....	29
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>30</b>
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	<b>40</b>
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	<b>49</b>
<b>8 APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCE</b> .....	<b>50</b>
<b>9 ANEXO A - APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA</b> .....	<b>53</b>
<b>10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>54</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus (DM) configura-se como um dos principais problemas de saúde pública e é um dos transtornos crônicos mais frequentes no mundo (1). Atualmente, o DM é considerado um dos principais fatores de morte, sendo que sua prevalência vem aumentando nas últimas décadas (2). No Brasil, segundo o Ministério da Saúde, cerca de 11% da população (~ 5 milhões de pessoas) com mais de 40 anos são portadores de diabetes (1). Entre os diversos tipos de DM, destaca-se a tipo 2, caracterizada pela resistência a insulina e representando mais de 90% dos casos, e está associada a uma grande variedade de complicações crônicas de saúde, incluindo doenças do coração, dos rins, retinopatia, neuropatia periférica e limitações da capacidade funcional (1-6).

A capacidade funcional é um importante parâmetro do bem-estar e da qualidade de vida e pode ser definida como a habilidade de realizar tarefas cotidianas do ser humano, normalmente indispensáveis para uma vida independente na sociedade (7). Assim, a capacidade funcional refere-se a potencialidade de realizar atividades da vida diária (AVD), como caminhar, subir degraus, levantar-se e sentar-se de uma cadeira, sem necessidade de ajuda (7-11). Exercícios físicos, especialmente os resistidos, têm mostrado-se uma estratégia relevante para reduzir ou diminuir a perda da força muscular e, conseqüentemente, a redução da capacidade funcional em idosos (10, 12-14). Kalapotharakos *et al.* (10) constataram melhoras na capacidade funcional e no aumento da força muscular, após 12 semanas de treinamento, três vezes por semana, em 23 idosos de 60 a 74 anos. Nogueira *et al.* (13) também verificaram ganhos de força e massa muscular em 20 homens, entre 69 e 76 anos, após 10 semanas de treinamento com exercício resistido.

Conforme definido por Bottaro *et al.* (15), o treinamento com exercícios resistidos pode ser realizado da forma lenta, com cargas máximas ou submáximas (método tradicional - TR), ou ser executado de forma rápida com cargas leves (treino de potência - TP). Devido à similaridade da ativação muscular, o TP tem sido estudado como uma alternativa na melhora da capacidade de realizar as AVD em idosos (15-18). Holviala *et al.* (16) demonstraram aumento da força muscular e um

aprimoramento da capacidade funcional, como equilíbrio e velocidade de caminhada, em 48 idosos (50 e 65 anos) submetidas a 21 semanas de TR. Treinamento realizado duas vezes por semana, incluindo alguns exercícios de potência muscular para os membros inferiores. Bottaro *et al.* (15) verificaram um superioridade do TP em relação ao TR na melhora da capacidade funcional em 20 homens idosos (~ 66 anos) após dez semanas de treinamento, realizado duas vezes por semana. Conforme os estudos citados acima, uma grande vantagem do TP na capacidade funcional está na melhora da taxa de desenvolvimento de força (TDF). A TDF é considerada um importante fator de avaliação, uma vez que o tempo disponível para exercer força nas ações musculares durante a realização das AVD é muito pequeno (19).

Vários estudos têm apontado que o exercício resistido é uma forma segura e eficiente na melhora da força muscular e na qualidade de vida dos diabéticos (20-26). Contudo, a grande parte destes estudos têm como foco principal o controle glicêmico. Apesar dos benefícios desta modalidade de exercício no tratamento da diabetes, não foram encontrados estudos que avaliassem o seu impacto no habilidade de realizar as AVD. Desse modo, como as AVD estão diretamente relacionada a qualidade de vida, e tendo o diabético duas a três vezes mais chances de não conseguir realizar AVD que a população em geral (3, 27), vê-se a necessidade de estudar estratégias que possam aprimorar a capacidade funcional de diabéticos.

## 2 OBJETIVO

Verificar o efeito de seis semanas do treino de potência (TP) na capacidade funcional, força e potência musculares de membros inferiores de diabéticos.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Avaliar o efeito de seis semanas de TP no desempenho do teste de AVD em diabéticos.
- 2) Avaliar o efeito de seis semanas de TP no pico de torque (PT) isométrico dos extensores de joelho em diabéticos.
- 3) Avaliar o efeito de seis semanas de TP no pico de torque (PT) isocinético (60 e 180°/s°) dos extensores de joelho em diabéticos.
- 4) Avaliar o efeito de seis semanas de TP na TDF dos extensores de joelho em diabéticos.
- 5) Avaliar o efeito de seis semanas de TP na taxa de variação da velocidade (TVV) dos extensores de joelho em diabéticos.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 DIABETES E CAPACIDADE FUNCIONAL

Como destacado anteriormente, o diabetes é caracterizado como um grave problema de saúde pública, sendo considerada uma das principais causas de morte. Esta patologia afeta uma grande parcela da população (cerca de 11%, ~ 5 milhões no Brasil) e sua prevalência vem aumentando nos últimos anos. O diabetes é associado a várias complicações de saúde, entre elas, a diminuição da capacidade funcional (1-3, 6, 27).

Na tentativa de melhor verificar o impacto do diabetes na capacidade funcional, Wu *et al.* (27) acompanharam, durante 2 anos, 1350 latinos idosos (~70 anos), sendo 585 indivíduos portadores de diabetes. Os resultados demonstraram que os diabéticos têm 74% mais limitações com cuidados pessoais e 50% mais limitações nas atividades domésticas do que os não diabéticos. Os autores pontuaram que, apesar da perda da capacidade funcional ser correlacionado com o aumento da idade, diabéticos têm duas a três vezes mais chances de desenvolver limitações funcionais do que não diabéticos da mesma faixa etária. No estudo, verificaram que, aproximadamente, 60% dos diabéticos com mais de 65 anos têm dificuldades em realizar AVD comparados com 33,5% dos não diabéticos na mesma faixa etária. Wu *et al.* (27), também, relacionaram que a diminuição da capacidade funcional é relacionada com o tempo da patologia e com a presença de complicações como neuropatias, retinopatias e infartos. Apesar da relevância do estudo, Wu e colaboradores apenas verificaram a redução da capacidade funcional em diabéticos e não atentaram em compreender os mecanismos que influenciam tais limitações.

Os achados de Wu *et al.* (27) foram evidenciados na revisão de literatura feita por Gregg e Caspersen (3). Neste trabalho, os autores estudaram 52 artigos relacionados ao tema e destacaram a maior probabilidade do diabético desenvolver dificuldades em realizar AVD que indivíduos não diabéticos (cerca de duas a três vezes mais). Concluíram: diabéticos idosos têm 100% a 200% de aumento no risco

de ter limitações na capacidade funcional, dentre os quais apenas dois-terços deste risco podem ser atribuídos as complicações relacionadas a esta patologia. A explicação para a grande incidência na redução da capacidade funcional na população em questão é multifatorial, sendo as complicações mais relevantes a neuropatia, as doenças arteriais periféricas e coronarianas, a depressão, a obesidade, os problemas visuais e a inatividade física.

Na falta de estudos específicos sobre o assunto em questão, os autores inferiram, com base na análise da literatura existente com diabéticos e na população em geral, que intervenções diretas e indiretas poderiam atenuar e/ou prevenir a diminuição da capacidade funcional. Entre essas intervenções, sobressaem: a inclusão de programas de exercício físico estruturado, identificação e tratamento da depressão, melhora do controle glicêmico e perda de peso. Sobre os exercícios, Gregg e Caspersen (3) pontuaram que a modalidade mais indicada na melhora das AVD em diabéticos ainda precisa ser determinada. Contudo, exercícios resistidos para membros inferiores mostraram-se benéficos em populações idosas.

A fim de melhor determinar as demais complicações do diabetes na capacidade funcional, Park *et al.* (6) examinaram a força muscular de membros inferiores, durante três anos, em 1840 idosos (70 – 79 anos), entre eles, 305 diabéticos. Os resultados demonstraram que tanto diabéticos e não diabéticos perderam força muscular durante os três anos ( $p < 0,05$ ). Entretanto, diabéticos perderam a força dos extensores de joelho mais rápido que os não diabéticos ( $p = 0.001$ ). O mesmo comportamento, maior perda para os diabéticos, foi verificado para a massa muscular e a qualidade muscular (máxima força por unidade de massa muscular) ( $p < 0.05$  em ambos os casos). A conclusão do estudo apontou a perda da força e da qualidade musculares, em conjunto com as demais consequências do diabetes, como um relevante impacto negativo na capacidade funcional desta população. Sendo assim, a redução das citadas complicações podem frear a redução da capacidade funcional ou até mesmo proporcionar sua melhora. Entre as possíveis intervenções, destacam-se os exercícios físicos, especialmente os resistidos, podendo otimizar as AVD através da melhora da força e a qualidade musculares dos membros inferiores.

### 3.2 TREINAMENTO DE POTÊNCIA E CAPACIDADE FUNCIONAL

A capacidade de realizar AVD é um importante parâmetro da qualidade de vida entre idosos (4). Desta forma, manter-se independente nas atividades cotidianas é um importante objetivo dos mais velhos, especialmente, por diminuir o risco de depressão, possibilidades de quedas e, conseqüentemente, morte (16, 28-31).

Alguns parâmetros musculares, como força e potência, são determinantes para a manutenção da mobilidade (14). No processo de envelhecimento, a perda da potência muscular (i.e., capacidade de se realizar movimentos rápidos) dar-se-á de forma mais acelerada que a perda da força muscular. Sendo assim, a potência muscular tem uma relação mais forte com o *status* funcional que a força muscular (15). Sayers (32) destaca que a força muscular diminui cerca de 15% entre 50 a 70 anos de vida; que não é observada antes dos 50 anos. Por outro lado, Sayers (32) ressalta a diminuição da potência muscular mais cedo e rápido que a da força, começando entre os 30 e 40 anos, a uma taxa de 3 - 4% ao ano (comparado com 1 - 2% da perda de força).

Neste sentido, a prática de um programa de treinamento físico contendo exercícios resistidos é amplamente utilizada com o objetivo de melhorar a performance muscular (33-37). Um programa de treinamento com exercício resistido pode ser desenhado de diversas formas potencializando as adaptações desejadas. Para tal, o exercício resistido pode ser realizado da forma tradicional (TR), com cargas moderadas a pesadas e velocidade lenta de contração, ou ser realizado com cargas leves a moderadas e alta velocidade de contração (treino de potência – TP) (15).

Quando o objetivo é o desenvolvimento da potência muscular, o resultado é otimizado com cargas de 50 a 60% de uma repetição máxima (1RM) e com movimentos sendo realizados na maior velocidade possível para a dada resistência (i.e., o mais rápido possível) que corresponde a cerca de 33-60% da máxima velocidade de movimento sem carga (18).

Skelton *et al.* (38) também realizaram um estudo de treinamento resistido em idosas (~75 e 93 anos) cujos indivíduos utilizavam o próprio peso corporal como sobrecarga. Reportaram aumentos expressivos na força muscular dos extensores dos joelhos (27%), porém sem alterações significantes nos testes relacionados à capacidade para realizar as AVD.

Miszko *et al.* (39) demonstraram que o TP melhora a capacidade funcional geral (corpo inteiro) em 15% e a força muscular em homens e mulheres idosos após 16 semanas de intervenção, realizada três vezes por semana. Reportaram melhoras nas AVD sem demonstrarem melhoras da potência muscular. Os autores verificaram a potência muscular por meio do teste de *Wingate* para potência anaeróbia na bicicleta. Os próprios relataram que uma familiarização inadequada pode ter prejudicado o resultado no teste de *Wingate*.

Henwood e Taaffe (40) realizaram um estudo com homens e mulheres idosos (60 a 80 anos) divididos em dois grupos, um de controle e outro experimental. O grupo experimental foi submetido a um TP, duas vezes por semana, durante oito semanas, realizando três séries de oito repetições a 35, 55 e 75% de 1RM. Encontraram aumentos substanciais na força muscular (21,4%) e no teste de sentar e levantar da cadeira (10,4%), apenas nos idosos submetidos ao treinamento.

Posteriormente, Henwood *et al.* (41) avaliaram dois métodos de treino (força vs. potência) na função muscular e na performance física. Para tal, avaliaram 67 idosos (67-84 anos) saudáveis, divididos em três grupos (TP, TR e grupo controle – GC), por 24 semanas. Os grupos TP e TR treinavam duas vezes por semana em um protocolo com seis exercícios. Os aumentos da força, potência e AVD foram similares nos grupos TP e TR, sem diferenças significativas para o GC. Os autores, no entanto, apontaram algumas limitações do estudo: *i*) os volumes foram diferentes entre os grupos TP e TR; *ii*) os sujeitos estudados eram altamente ativos e independentes. Westhoff *et al.* (42) e Hrudá *et al.* (43) reportam que indivíduos mais frágeis são mais sensíveis às adaptações provocadas pelo exercício.

Em uma recente revisão da literatura, Tschopp *et al.* (14) (2011) compararam os resultados do treino tradicional vs. o de potência na melhora da capacidade funcional. Avaliaram 11 estudos e um total de 377 sujeitos em seu artigo. Os

resultados demonstraram modesta vantagem para o TP em relação ao TR para a melhora da capacidade funcional. Todavia, destacaram diversas limitações do estudo: pequeno número de participantes nos estudos, inúmeros testes funcionais utilizados, grandes diferenças iniciais entre os grupos e protocolos utilizados, fazendo com que os resultados obtidos não sejam evidentes a ponto de indicar o TP como melhor intervenção para a capacidade de realizar AVD. Entretanto, os autores destacaram que o TP exerce uma vantagem sobre o TR devido ao fato de ser menos exaustivo do que o TR (i.e. cargas leves vs. cargas elevadas).

Moritani (19) aponta que as melhoras no recrutamento de unidades motoras, nas respectivas frequência de ativação, na sincronização de ativação das unidades motoras são adaptações neuromusculares importantes do TP. Estas explicações ilustram ainda mais a importância da TDF na capacidade funcional, pois atividades da vida diária, como prevenir uma queda, são caracterizada por um tempo limitado de exercer força (0-200ms) (44, 45). Bento *et al.* (45) reportam não existir diferenças no pico de torque entre idosos com ou sem histórico de quedas. Esses autores destacam que a TDF dos extensores de joelho nos indivíduos sem histórico de quedas é significativamente maior que a TDF nos com histórico de queda.

Aagaard *et al.* (46) verificaram aumentos da TDF de 0-200ms (20%), da força (16%) e da velocidade de movimento (20%) após um período de 14 semanas com treinamento resistido em 15 homens jovens (~23 anos). Os autores justificaram os ganhos através da melhora neuromuscular induzida pelo treinamento e observada no aumento do sinal eletromiográfico (EMG). No estudo, concluíram que a TDF, provavelmente, é a adaptação mais importante do treinamento de força. A melhora da TDF é um importante parâmetro não só para movimentos explosivos de atletas, mas também para a população idosa por diminuir o risco de queda.

Um estudo que avaliou a TDF em idosos foi o de Suetta *et al.* (44). Os autores também verificaram uma relação da força e massa muscular com a TDF. O estudo constatou um efeito positivo de 12 semanas de treinamento resistido na melhora da TDF nos membros inferiores em reabilitação de idosos.

Recentemente, Wallerstein *et al.* (47) (2012) avaliaram o efeito de dois métodos de treino TP e TR na força e TDF de 43 idosos (~63 anos), divididos em três grupos: treino potência – TP, treino tradicional – TR e grupo controle – GC. TP e TR treinaram duas vezes por semana durante 16 semanas. Os resultados

demonstraram melhoras, porém, sem diferenças significantes entre os grupos TP e TR. Na conclusão, destacaram que, apesar de não haver diferenças entre os métodos de treinamento, os autores salientarem que o TP pode ser uma alternativa mais atrativa para melhora da performance muscular por ser menos exaustivo do que o TR.

Em resumo, pode-se ressaltar que o treinamento de potência muscular parece ser uma melhor opção para aumentar a força, otimizar a TDF e, conseqüentemente, melhorar a capacidade funcional. As adaptações induzidas por este método de treinamento podem beneficiar a realização de AVD em sujeitos portadores de diabetes mellitus. Destaca-se, para tal, que o TP é menos exaustivo e, por esse motivo, pode ser melhor tolerado pelos diabéticos, levando a um menor abandono do presente estudo.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 AMOSTRA

Participaram do estudo 50 diabéticos tipo 2 (com doença diagnosticada há pelo menos dez anos) de ambos os gêneros que não praticavam exercícios físicos regularmente há pelo menos seis meses. Os voluntários foram aleatoriamente divididos em dois grupos: treino de potência – TP (n=15; idade  $62,07 \pm 10,48$  anos; estatura  $161,53 \pm 8,62$  cm; massa corporal  $75,08 \pm 16,67$  kg) e grupo das atividades recreativas – AR (n=15; idade  $56,67 \pm 19,38$  anos; estatura  $166,16 \pm 7,37$  cm; massa corporal  $77,70 \pm 18,00$  kg). Foi assegurado o número equivalente de homens e mulheres em cada grupo, quatro e 11, respectivamente. Os sujeitos da pesquisa foram informados e convidados a participarem do estudo por meio de: *i*) cartazes colocados nos hospitais e postos de saúde da Asa Norte e Lago Norte; *ii*) reportagens de televisão em emissoras locais e *iii*) telefones obtidos nos cadastros do programa Doce Desafio da UnB.

Para participar do estudo, era necessário que os sujeitos fossem portadores de diabetes tipo 2, com doença controlada e disponibilidade para participarem do estudo, além de ser obrigatório atestado médico que os liberassem para a prática de exercícios físicos. Foram excluídos os sujeitos que ingressaram em outro programa de exercício físico e os que tiveram menos de 85% de frequência no treinamento. Ao total, 13 sujeitos não obtiveram a frequência mínima, 4 sujeitos abandonaram o estudo por problemas pessoais e 3 indivíduos não quiseram realizar as avaliações finais por relatarem desconfortos articulares após as avaliações iniciais.

Todos os indivíduos concordaram em assinar o termo de consentimento livre esclarecido, o qual apresentava uma explicação detalhada sobre os procedimentos do estudo, seus riscos e benefícios (APÊNDICE A).

## 4.2 PROCEDIMENTOS

### 4.2.1 Anamnese

Além da coleta de medidas antropométricas, foi realizada uma anamnese composta por algumas perguntas esclarecedoras sobre os hábitos do voluntário quanto ao tempo de diagnóstico do diabetes, uso de insulina, uso de fumo e bebidas alcoólicas, informações quanto à prática de atividade física e acontecimentos médicos, a fim de fornecer segurança e garantir o bom andamento da pesquisa.

### 4.2.2 Pressão Arterial e Glicemia

Para garantir a segurança dos voluntários e o bom andamento do estudo, a pressão arterial era aferida, antes e depois do treino, por meio de um manômetro digital (*Microlife BP 3AC1 – 1 PC*, Widnau, Suíça). O mesmo ocorrera com a medição da glicemia, a partir do uso de um glicosímetro digital pessoal. Todas as aferições eram realizadas com a supervisão de monitores treinados.

### 4.2.3 Avaliação Antropométrica

Para a caracterização da amostra, foi realizada a mensuração da massa corporal, por meio de balança eletrônica/digital com resolução de 100 gramas (Filizola®, modelo “PersonalLine”), e da estatura com uso de estadiômetro (Country Technology®, Gays Mills, WI; modelo 67031), com resolução de um centímetro.

#### 4.2.4 Avaliações do Pico de Torque (PT)

A força muscular foi aferida antes e após o período de treinamento através do pico de torque isométrico e isocinético nas velocidades de 60 e 180°/s (graus por segundo) no dinamômetro isocinético *Biodex System III* (Biodex Medical, Inc., Shirley, NY), segundo protocolo adaptado proposto por Bottaro *et al.* (48). Após uma caminhada leve de 7min, os sujeitos realizaram, com a perna direita, uma série de aquecimento específico de 10 repetições a 120°/s e três séries isométricas de três segundos a 60° seguidas de três séries com quatro repetições (máximas) a 60°/s mais três séries com quatro repetições máximas a 180°/s. O intervalos entre as séries foi de 1min.

Os sujeitos sentaram na cadeira do dinamômetro em uma posição confortável e foram fixados pelo cinto de segurança no tronco, pélvis e coxa, a fim de minimizar movimentos corpóreos extras que possibilitassem um menor pico de torque (49). O epicôndilo lateral do fêmur foi usado como um marcador para alinhar a articulação do joelho com o eixo de rotação do aparelho. Com o sujeito acomodado na cadeira, de forma a realizar o movimentos de livres e confortáveis de flexão e extensão do joelho de uma posição de 80° de flexão até a extensão terminal, as seguintes medidas foram tomadas: *i*) altura da cadeira, *ii*) regulagem do encosto, *iii*) posição da cadeira, *iv*) posição do dinamômetro e *v*) regulagem do braço de resistência. Essas medidas foram gravadas para padronizar a posição de teste de cada sujeito, individualmente. A correção da gravidade foi obtida medindo-se o torque exercido pelo braço de resistência e a perna do avaliado (relaxada) na posição de extensão terminal. Os valores das variáveis isocinética eram automaticamente ajustados para gravidade pelo programa *Biodex Advantage Software*.

A calibração do dinamômetro *Biodex* foi realizada de acordo com as especificações contidas no manual do fabricante. Com o intuito de reduzir o efeito da desaceleração do membro na repetição seguinte, a regulagem do movimento no final da amplitude foi regulada para o menor nível (*Hard*) durante o procedimento de

teste (50). Durante a avaliação, foi solicitado aos voluntários que mantivessem os braços cruzados na altura do tórax (51). Além disso, foi dado encorajamento verbal, para que os indivíduos realizassem o movimento de forma mais rápida e forte possível, e *feedback* visual pelo monitor do computador do *Biodex*, na tentativa de se alcançar o nível de esforço máximo (52-54).

#### **4.2.5 Avaliação da Taxa de Desenvolvimento de Força (TDF) e Taxa de Variação da Velocidade (TVV).**

Os dados dos testes realizados no dinamômetro foram coletados diretamente do *Biodex software* e analisados através de uma rotina específica desenvolvida no *software MatLab 6.5* (55). Uma vez que a taxa de amostragem original do *Biodex* é de 100 amostras/s, uma interpolação dos dados para uma frequência de 2000 amostras/s foi realizada para aumentar a precisão estimada da medida.

A TDF foi obtida por meio da inclinação da curva força-tempo ( $\Delta\text{força}/\Delta\text{tempo}$ ) e calculada nos intervalos 0–30, 0–50, 0–100, 0–200, 0-300 ms e no intervalo necessário para atingir o PT. Em todos os intervalos, o ponto inicial da contração foi definido a partir do momento em que o sujeito exercia um torque de 7N.m.

A estimativa da TVV foi obtida através da inclinação da curva velocidade-tempo ( $\Delta\text{velocidade}/\Delta\text{tempo}$ ). De acordo com Brown e Whitehurst (56), a TVV é o momento anterior (95%) a se alcançar a velocidade do teste (60 e 180°/s no presente estudo). Em outras palavras, a TVV é a inclinação do ponto de velocidade zero até o momento em que se atingiu 95% da velocidade predeterminada.

#### **4.2.6 Avaliação da Capacidade Funcional**

Para a avaliação da capacidade funcional, foram realizados os testes propostos por Rikli e Jones (57). 1) sentar e levantar – levantar e sentar de uma cadeira de 44 centímetros de altura durante 30 segundos (habilidade de subir

degraus e risco de quedas); 2) volta ao cone – levantar, andar 3 metros, contornar um cone e voltar à posição inicial (equilíbrio, potência e agilidade); e 3) teste de caminhada de 6 minutos – percorrer a maior distância possível, caminhando, em torno de um retângulo de 50 jardas (45,72 metros) de perímetro, 20 jardas (18,29 metros) de base e 5 jardas (4,57 metros) de altura em 6min.

A aplicação de todos os testes foi realizada pelo(s) mesmo(s) investigador(es), treinado(s) na área de avaliação corporal e desempenho, a fim de evitar possível viés.

#### 4.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Todos os participantes faziam parte do programa Doce Desafio da UnB. O Doce Desafio é um programa de educação em diabetes, formado por uma equipe multidisciplinar. Nele, todos os participantes têm suas glicemias e pressões arteriais aferidas diariamente em dois momentos: no início e no final das atividades. Caso necessário, eram sugeridas intervenções para correções dos valores glicêmicos. Após aferidos os valores de glicemia e pressão arterial, os sujeitos eram submetidos à prática de exercícios físicos, palestras educacionais sobre temas relacionados ao diabetes e à aferição final.

Depois dos testes iniciais, o grupo AR realizava, por dia, um dos quatros tipos de treino existentes, três vezes por semana durante seis semanas. Os quatro tipos de treino para o grupo AR eram realizados de forma alternada (Ex. 1º dia: treino 1; 2º dia: treino 2; 3º dia: treino 3; 4º dia: treino 4; 5º dia: treino 1 e assim sucessivamente). Os treinos eram: treino 1 – 50 minutos de caminhada leve; treino 2 – 50 minutos de aula de dança; treino 3 – 20 minutos de caminhada leve e 30 minutos de alongamentos de baixa intensidade realizados de forma lúdica e treino 4 – três séries de 10 repetições em cinco exercícios com o próprio peso corporal realizados em velocidade lenta e controlada: *i*) meio agachamento; *ii*) flexão de braços no parapeito da quadra; *iii*) afundo, *iv*) remada e *v*) abdominal no solo.

Após os testes iniciais, os voluntários do grupo TP foram submetidos a 18 sessões de treinamento com frequência de três vezes por semana, realizando cinco exercícios (três exercícios de membros inferiores e dois para membros superiores). Os exercícios consistiam em três séries de oito repetições e com carga leve (~50% de 1RM) nas nove primeiras sessões, passando para carga moderada (~60%) nas nove sessões subsequentes (58). As cargas utilizadas foram ajustadas com o uso da escala de percepção de esforço de OMNI-RES, sendo o nível três para cargas leves e o nível seis para cargas moderadas (59). O intervalo entre as séries e exercícios foi de 90 segundos. Os indivíduos foram orientados a realizar a fase concêntrica de todos os exercícios na maior velocidade possível e a fase excêntrica de um a dois segundos. As sessões de treinamento eram realizadas na sala de musculação do Centro Olímpico da Faculdade de Educação Física - UnB utilizando-se aparelhos da marca Righeto (Righeto®, Free Style e Pro, Campinas/SP, Brasil).

Ambos os grupos participaram, inicialmente, de seis sessões de treinamento para adaptação, com frequência de três vezes por semana. O período de adaptação de duas semanas foi incluído por duas razões: 1) o maior ganho inicial de força muscular, o qual ocorre no início do treinamento, está relacionado às adaptações neuromusculares que resultam em um aumento do recrutamento das fibras musculares (60), e 2) a maioria das lesões que ocorrem durante o treinamento com pesos acontecem durante as duas primeiras semanas (61). Logo após as sessões de adaptação, foram realizados os testes de força muscular e de habilidades funcionais, com 48 horas de intervalo após o primeiro teste.

#### **4.3.1 Ajustes na Metodologia**

Após a realização de um ensaio piloto, viu-se a necessidade de dividir o grupo TP em três subgrupos (A, B e C) que começaram a pesquisa em momentos diferentes com um intervalo de uma semana entre cada subgrupo. Esse período se fez necessário para possibilitar a avaliação de todos os indivíduos imediatamente após a realização das 18 sessões de treinos.

Outra adaptação necessária foi a criação de três circuitos distintos (Vermelho, Azul e Verde) para a realização do protocolo. Tal medida se fez necessária para possibilitar que todos os indivíduos do grupo TP conseguissem realizar a sequência de exercícios no mesmo momento. Desta forma, cada subgrupo (A, B e C) realizava um dos circuitos uma vez por semana conforme o exemplo demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Divisão dos circuitos por subgrupo nos dias da semana

<b>Subgrupos</b>	<b>Segunda-feira</b>	<b>Quarta-feira</b>	<b>Sexta-feira</b>
<b>A</b>	Circuito Vermelho	Circuito Azul	Circuito Verde
<b>B</b>	Circuito Azul	Circuito Verde	Circuito Vermelho
<b>C</b>	Circuito Verde	Circuito Vermelho	Circuito Azul

Destaca-se que, para adequar o número de indivíduos às condições do local de treinamento, cada circuito era formado por um determinado conjunto de exercícios. Apesar de diferirem entre si, cada circuito era similar em quantidades de exercícios, 5 ao todo (3 para membros inferiores e 2 para superiores) (Tabela 2).

Tabela 2 - Sequência dos exercícios nos três circuitos

<b>Ordem</b>	<b>VERMELHO</b>	<b>AZUL</b>	<b>VERDE</b>
<b>1</b>	Agachamento <i>Smith</i>	<i>Leg Press</i> 45°	Agachamento c/Halter
<b>2</b>	Supino Máquina	Puxada Aberta	Supino Inclinado
<b>3</b>	Cadeira Extensora	Agachamento Halter	Cadeira Extensora
<b>4</b>	Remada Supinada	Supino Reto	Puxada Supinada
<b>5</b>	Cadeira Flexora	Mesa Flexora	Mesa Flexora

#### 4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

A estatística descritiva foi dada pela média e desvio padrão. Foi realizado o teste de *Shapiro-Wilk* para atestar a normalidade dos dados. Atestada a normalidade, foi realizada análise de variância (ANOVA) de modelos mistos 2 X 2 [grupo (TP e AR) X tempo (pré-teste e pós-teste)] em cada variável dependente (AVD, PT, TDF e TVV) com o método *Post-hoc LSD*. Devido às diferenças iniciais, a

comparação entre os grupos, foi verificada pela análise de covariância (ANCOVA) nas variáveis de PT, TDF e TVV (15, 62) no momento pós. Os dados foram analisados em um computador pessoal com o programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* – SPSS (versão 19,0). Foi estabelecido um nível de significância de  $\alpha = 0,05$  para todas as avaliações.

#### 4.5 COMITÊ DE ÉTICA

O projeto de estudo foi submetido e aprovado pelo comitê de ética da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília (UnB) (projeto 035/11) antes do seu início (ANEXO A).

## 5 RESULTADOS

No teste de caminhada de 6min houve uma melhora não significativa ( $p = 0,366$ ) de 2,2% entre o momento Pré e Pós para o grupo AR e uma melhora significativa ( $p= 0.002$ ) de 8,2% entre o Pré e Pós para o grupo TP. Na comparação entre os grupos, TP obteve um resultado estatisticamente superior ( $p=0,003$ ) ao grupo AR (Figura 1 e Tabela 3).

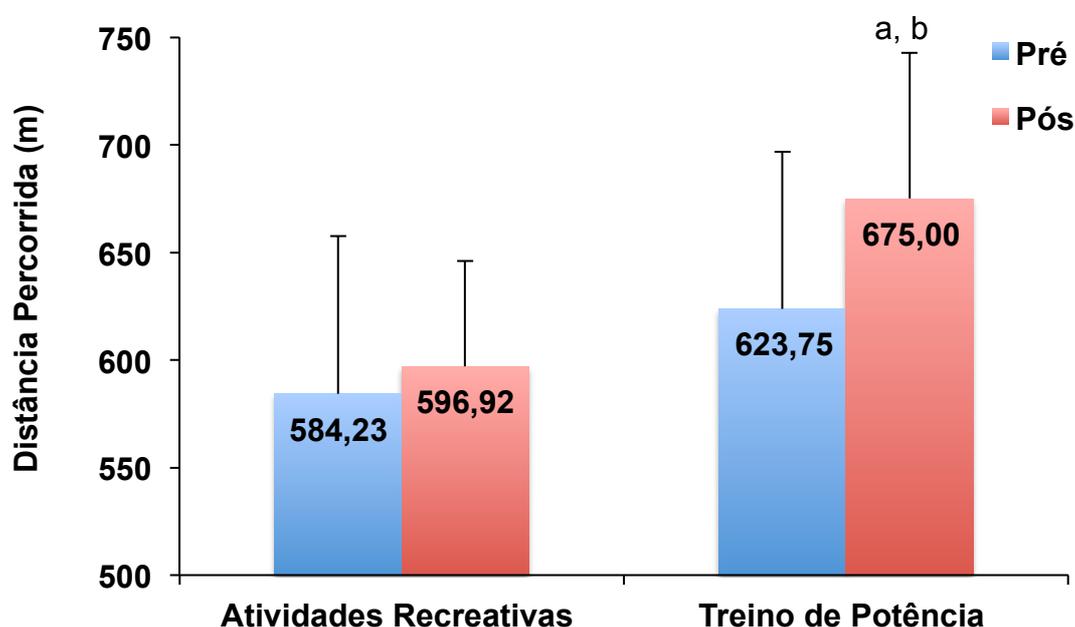


Figura 1 - Teste de caminhada (6min) - Comparação entre os Grupos AR (n=13) e TP (n=12) nos momentos Pré e Pós intervenção.

a ( $p < 0,05$ ) = TP maior que Pré; b ( $p < 0,05$ ) = TP maior que AR.

No teste de levantar e sentar de uma cadeira por 30s, o grupo AR não apresentou melhoras significantes entre os momentos Pré e Pós ( $p=0,465$ ) e  $\Delta$  de 4,84%. Já o grupo TP apresentou uma melhora significativa de 24,15% ( $p=0,000$ ) entre o momento Pré e Pós. Na comparação entre AR e TP, o último teve resultado superior ao AR no momento Pós intervenção ( $p=0,019$ ) (Figura 2 e Tabela 3).

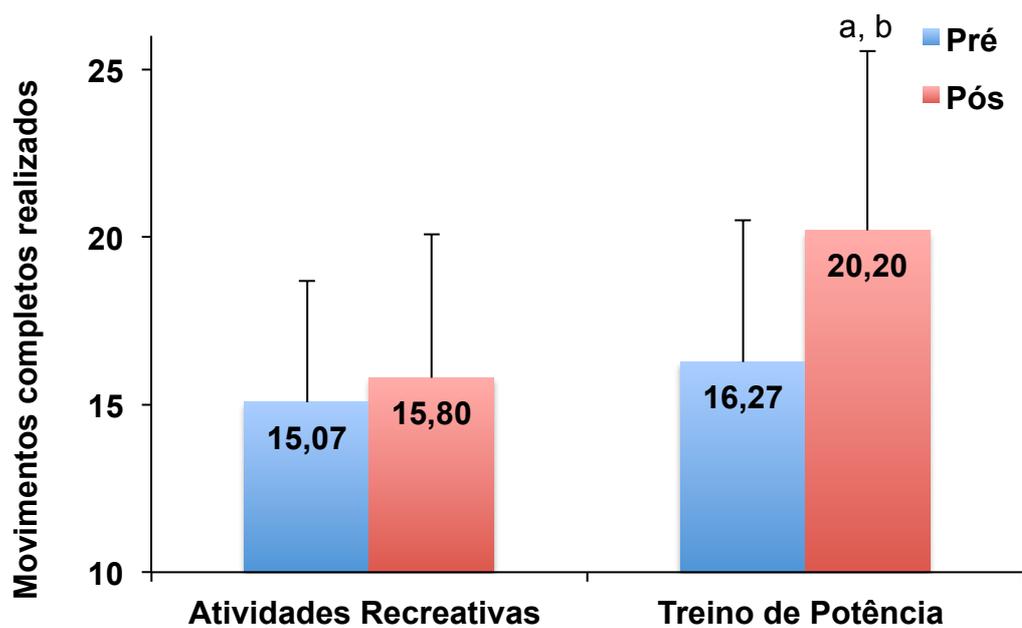


Figura 2 - Teste de levantar e sentar (30s) - Comparação entre os Grupos AR (n=15) e TP (n=15) nos momentos Pré e Pós intervenção.

a ( $p < 0,05$ ) = Pós maior que Pré; b ( $p < 0,05$ ) = TP maior que AR.

A Figura 3 mostra uma redução do tempo médio gasto no teste de volta ao cone. Apesar da melhora no tempo (-0,57% e -4,55%, AR e TP, respectivamente), nem o grupo AR e nem o TP obtiveram resultados significantes ( $p=0,780$  e  $p=0,102$ , respectivamente), tampouco houve diferenças significantes entre os grupos no momento Pós ( $p=0,862$ ) (Tabela 3).

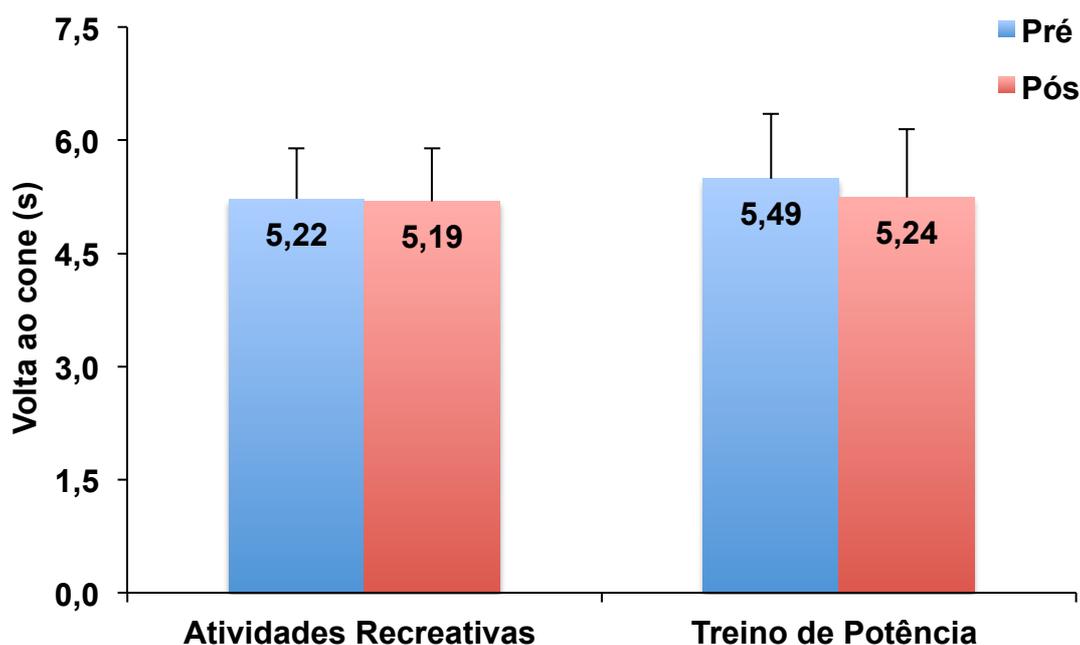


Figura 3 - Teste de volta ao cone - Comparação entre os Grupos AR (n=15) e TP (n=15) nos momentos Pré e Pós intervenção.

Tabela 3 – Média e desvio padrão dos testes de AVD no momento Pré e Pós

AVD	Grupos	Pré		Pós		Δ%	P
		Média	DP	Média	DP		
<b>Caminhada 6min (m)</b>	AR	584,23	73,51	596,92	49,18	2,17	0,366
	TP	623,75	72,99	675,00 <sup>b</sup>	67,82	8,22	0,002
<b>Levantar e sentar 30s</b>	AR	15,07	3,62	15,80	4,28	4,84	0,465
	TP	16,27	4,23	20,20 <sup>b</sup>	5,34	24,15	0,000
<b>Volta ao cone (s)</b>	AR	5,22	0,67	5,19	0,70	-0,57	0,780
	TP	5,49	0,86	5,24	0,91	-4,55	0,102

Atividades Recreativas – AR (n=15); Treino Potência – TP (n=15)

<sup>b</sup> ( $p \leq 0,05$ ) = TP maior que AR (ANCOVA)

Na comparação da força muscular, o pico de torque isométrico teve seu valor aumentado tanto no grupo AR como no TP ( $\Delta = 5,68\%$  e  $8,09\%$ , respectivamente), entretanto, o resultado foi significativo apenas para o grupo TP ( $p=0,122$  e  $p=0,020$ , para AR e TP, respectivamente). Não houve diferenças significantes entre os grupos no momento Pós ( $p=0,814$ ) (Figura 4 e Tabela 4).

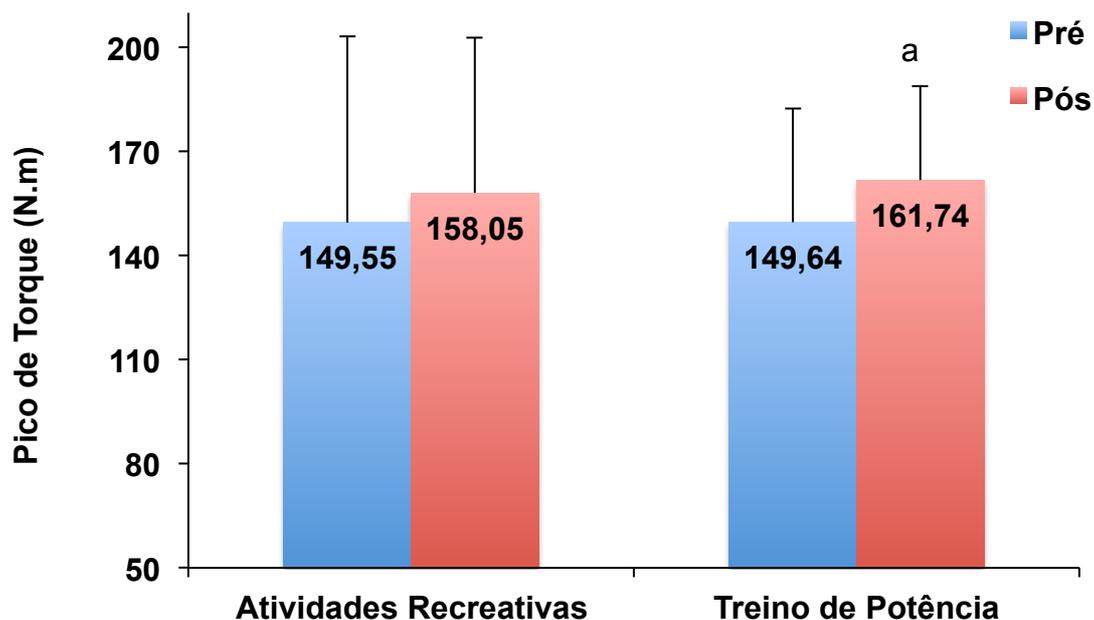


Figura 4 - Pico de torque isométrico - Comparação entre os Grupos AR (n=10) e TP (n=12) nos momentos Pré e Pós intervenção.

a ( $p < 0,05$ ) = maior que Pré.

A Figura 5 demonstra os valores do pico de torque a 60°/s nos momentos Pré e Pós em ambos os grupo AR e TP. Os resultados do Pós são superiores ao Pré nos dois grupos ( $\Delta = 3,67\%$  e  $7,64\%$  para AR e TP, respectivamente), contudo, a melhora é significativa apenas para o grupo TP ( $p=0,078$  e  $p=0,000$ , AR e TP, respectivamente). Na comparação entre os grupos, foi observada diferença significativa no Pós entre TP e AR (ANCOVA -  $p=0,040$  e  $F=4,852$ ) (Tabela 4).

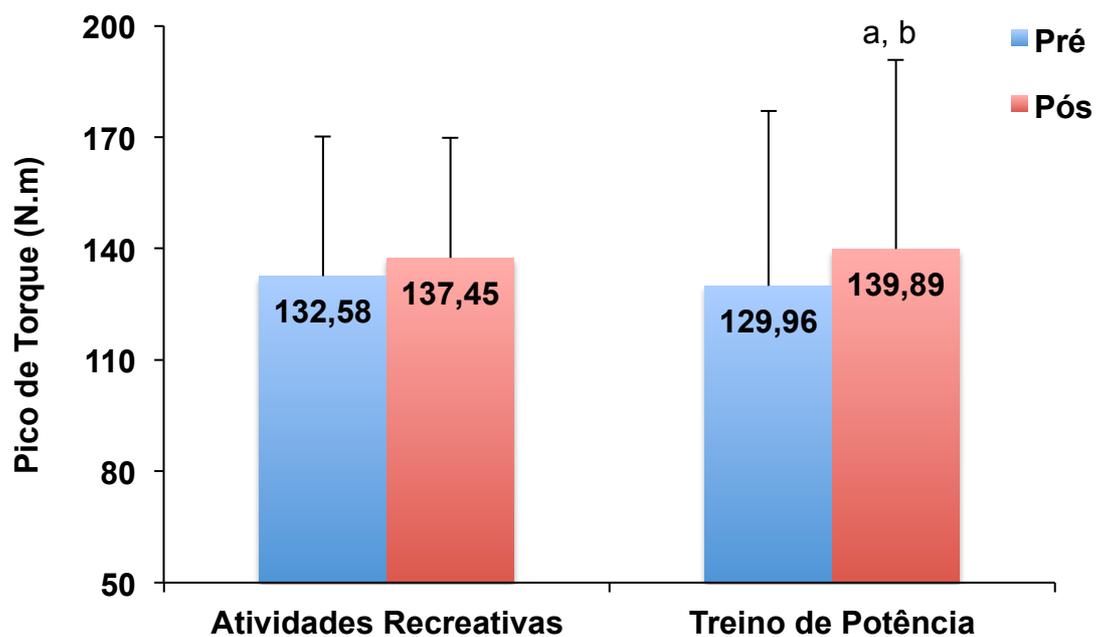


Figura 5 - Pico de torque 60°/s - Comparação entre os Grupos AR (n=10) e TP (n=12) nos momentos Pré e Pós intervenção.

a ( $p < 0,05$ ) = maior que Pré; b ( $p < 0,05$ ) = TP maior que AR.

No teste do pico de torque a 180°/s, houve uma melhora não significativa ( $p = 0,535$ ) de 2,10% entre o momento Pré e Pós para o grupo AR e uma melhora significativa ( $p = 0,002$ ) de 12,23% entre o Pré e Pós para o grupo TP. Não há diferenças significantes entre os grupos no momento Pós (ANCOVA -  $p = 0,057$  e  $F = 4,122$ ) (Figura 6 e Tabela 4).

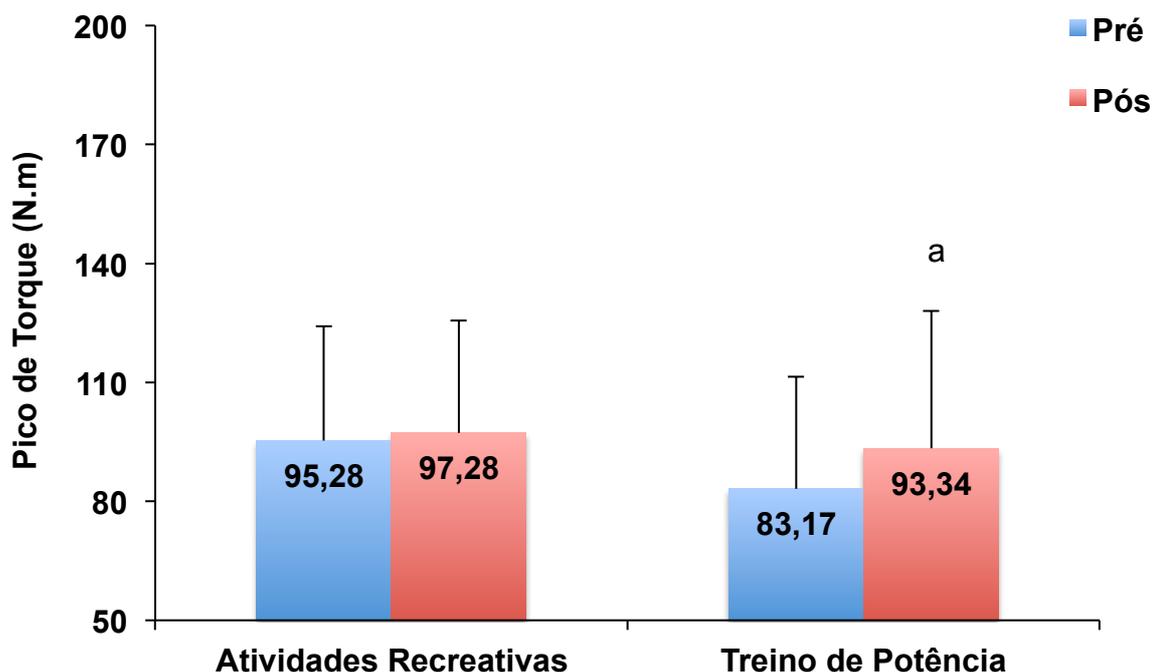


Figura 6 - Pico de torque a 180°/s - Comparação entre os Grupos AR (n=10) e TP (n=12) nos momentos Pré e Pós intervenção.

a ( $p < 0,05$ ) = Pós maior que Pré.

Tabela 4 - Pico de Torque (PT) Pré e Pós nas diferentes velocidades

Velocidade	Grupos	Pré		Pós		$\Delta\%$	<i>P</i>
		Média	DP	Média	DP		
Isométrico	AR	149,55	53,64	158,05	44,78	5,68	0,012
	TP	149,64	32,70	161,74	27,03	8,09	0,020
60°/s	AR	132,58	37,63	137,45	32,44	3,67	0,078
	TP	129,96	47,02	139,89 <sup>b</sup>	50,99	7,64	0,000
180°/s	AR	95,28	28,87	97,28	28,39	2,10	0,535
	TP	83,17	28,35	93,34	34,62	12,23	0,002

Atividades Recreativas - AR; Treino Potência - TP

b ( $p \leq 0,05$ ) = TP maior que AR (ANCOVA)

Na Taxa de Desenvolvimento de Força ocorreu uma modificação interessante. Enquanto o grupo AR obteve redução ( $\Delta\%$ ) em todos os intervalos analisados (0-30ms, 0-50ms, 0-100ms, 0-200ms, 0-300ms e 7N.m-PT), o grupo TP obteve melhora nos mesmos intervalos considerados Destaca-se, contudo, que a piora do grupo AR foi significante apenas nos intervalos 0-30ms, 0-50ms e 7N.m-PT.

O grupo TP obteve melhoras significantes nos intervalos 0-200ms e 0-300ms (Tabela 5).

Apesar da piora do grupo AR e da melhora do grupo TP, não houve diferenças estatísticas entre os mesmos no momento Pós (ANCOVA) (Tabela 6). Uma melhor observação do comportamento da variável TDF pode ser realizada na figura 7 e 8, para os grupos AR e TP respectivamente.

Tabela 5 - Taxa de Desenvolvimento de Força (TDF) nos diferentes intervalos

Intervalos	Atividades Recreativas (n=10)				Treino Potência (n=12)				
		Média	DP	$\Delta$ %	p	Média	DP	$\Delta$ %	p
0-30 ms	Pré	976,08	731,81			636,24	510,02		
	Pós	708,26	616,39	-27,44	0,040	757,91	567,19	19,12	0,287
0-50 ms	Pré	717,78	534,17			531,26	445,13		
	Pós	516,47	379,90	-28,05	0,036	591,02	432,95	11,25	0,474
0-100 ms	Pré	596,00	404,87			369,29	218,51		
	Pós	508,57	331,91	-14,67	0,181	459,20	219,99	24,35	0,135
0-200 ms	Pré	449,55	235,99			316,17	153,95		
	Pós	429,37	217,41	-4,49	0,056	396,30	126,71	25,34	0,018
0-300 ms	Pré	364,44	164,65			271,37	107,17		
	Pós	350,35	134,21	-3,87	0,552	328,18	79,06	20,93	0,015
7N.m-PT	Pré	142,44	67,15			68,69	22,06		
	Pós	99,03	30,22	-30,48	0,045	104,00	58,25	51,40	0,072

Tabela 6 - Valores de *f* e *p* encontrados na comparação entre os grupos no momento Pós

Intervalos	Taxa de Desenvolvimento de Força (TDF)						
		0-30ms	0-50ms	0-100ms	0-200ms	0-300ms	7N.m-PT
ANCOVA	<i>f</i>	3,587	3,585	1,689	2,219	2,17	0,202
	<i>p</i>	0,074	0,074	0,209	0,153	0,157	0,658

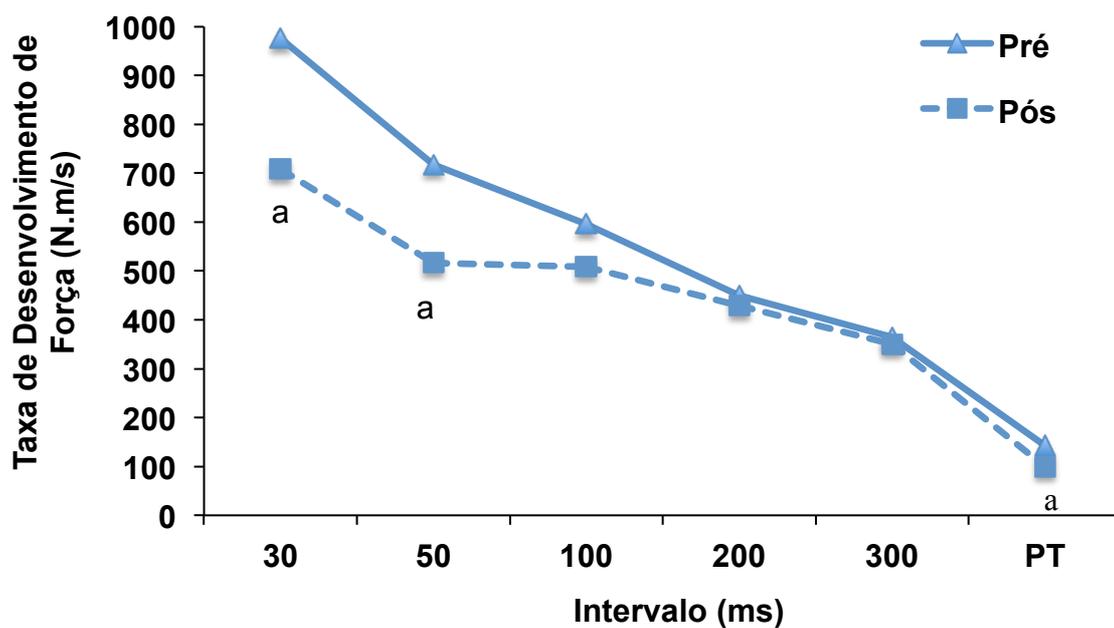


Figura 7 - Taxa de Desenvolvimento de Força - Comparação entre os momentos Pré e Pós no Grupo AR (n=10).

a ( $p < 0,05$ ) = menor que Pré.

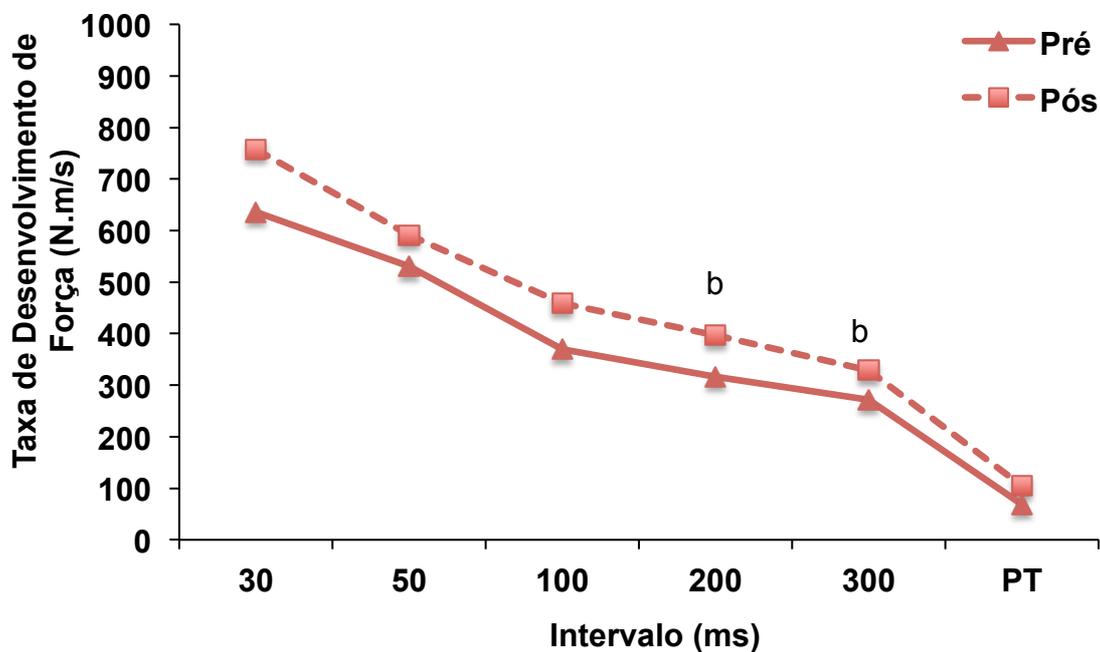


Figura 8 - Taxa de Desenvolvimento de Força - Comparação entre os momentos Pré e Pós no Grupo TP (n=12).

b ( $p < 0,05$ ) = maior que Pré.

O mesmo efeito observado na TDF também foi verificado na Taxa de Variação de Velocidade (TVV). Na velocidade de 60°/s, o AR obteve uma piora de menos 4,61% do momento Pré para o Pós e o grupo TP obteve uma melhora de 9,48%. Todavia, as diferenças não foram significantes ( $p=0,750$  e  $p=0,519$ , para AR e TP, respectivamente). Também não foram observadas diferenças significantes entre os grupos no momento Pós (Figura 9 e Tabela 7).

Na maior velocidade (180°/s), as diferenças foram ainda mais discrepantes. AR obteve piora significativa ( $p=0,049$ ) de menos 21,89% entre o Pré e o Pós e o TP obteve melhora não significativa ( $p=0,549$ ) de 8% no mesmo período. A exemplo da velocidade de 60°/s, não houve diferenças significantes entre AR e TP no momento Pós (Figura 10 e Tabela 7).

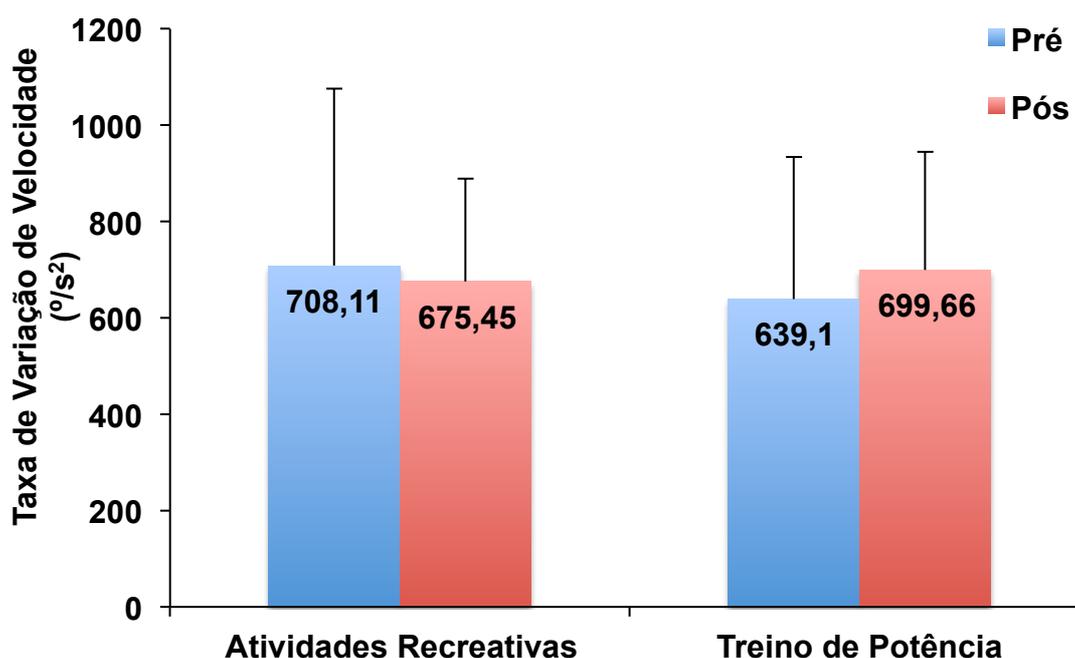


Figura 9 -Taxa de Variação de Velocidade 60°/s - Comparação entre os Grupos AR (n=10) e TP (n=12) nos momentos Pré e Pós intervenção.

Tabela 7 - Taxa de variação da velocidade ( $^{\circ}/s^2$ )

Velocidade	Grupos	Pré		Pós		$\Delta\%$	P
		Média	DP	Média	DP		
60 $^{\circ}/s$	AR	708,11	368,2	675,45	213,27	-4,61	0,750
	TP	639,1	295,62	699,66	245,63	9,48	0,519
180 $^{\circ}/s$	AR	2161,2	958,61	1688,06	919,61	-21,89	0,049
	TP	1569,56 <sup>a</sup>	634,93	1695,11	535,3	8,00	0,549

Atividades Recreativa - AR; Treino Potência – TP

a ( $p < 0,05$ ) = menor que Pré.

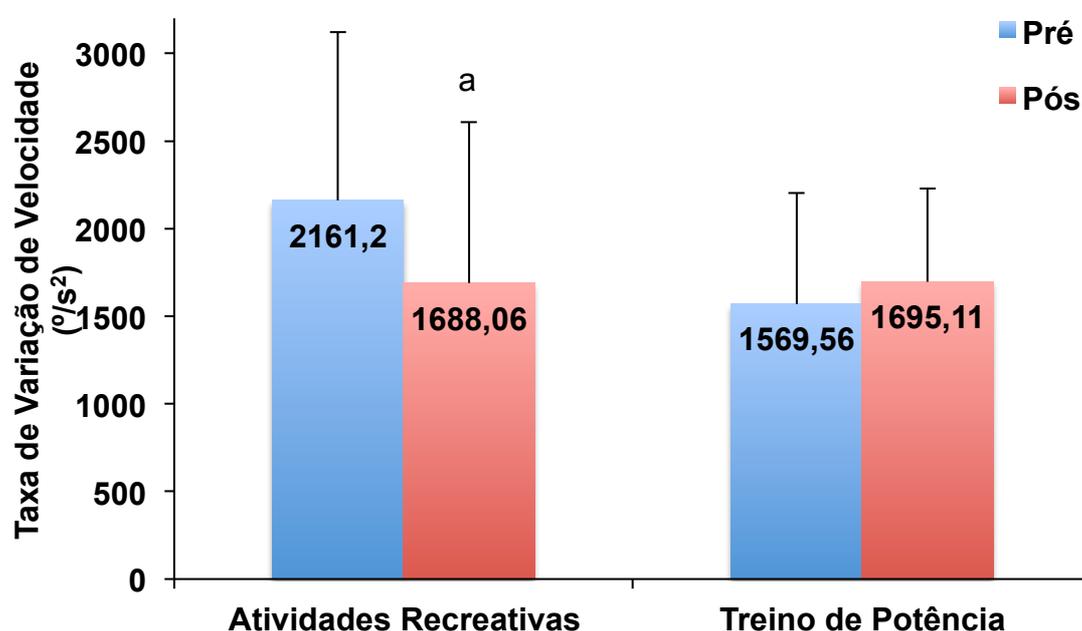


Figura 10 - Taxa de Variação de Velocidade 180 $^{\circ}/s$  - Comparação entre os Grupos AR (n=10) e TP (n=12) nos momentos Pré e Pós intervenção.

a ( $p < 0,05$ ) = menor que Pré.

## 6 DISCUSSÃO

O principal achado do presente estudo foi o de que o treino de potência (TP) é mais efetivo do que a realização de atividades recreativas (AR) na promoção de melhoras na capacidade funcional e na força muscular de membros inferiores em diabéticos do tipo 2. Além disso, o TP foi eficaz tanto na melhora da taxa de desenvolvimento de força (TDF) como na manutenção da taxa de variação da velocidade (TVV). Já a realização de atividades recreativas não foi suficiente para manutenção da potência muscular na população estudada.

Os valores iniciais dos testes funcionais apresentados neste estudo estão de acordo com os valores estabelecidos por Rikli e Jones (57) para uma população na mesma faixa etária 60-69 anos. Valores similares de AVD também foram reportados por Bottaro *et al.* (15) nos testes de levantar e sentar de uma cadeira por 30 segundos bem como no teste de 3m de volta ao cone (*8-ft up and go*). Além dos valores iniciais em dois testes de AVD, Bottaro *et al.* (15) também realizou um treino de potência para verificar a melhora na força e capacidade funcional em homens idosos. Os resultados de Bottaro *et al.* foram superiores aos encontrados neste estudo, uma vez que eles reportaram aumento de 15% no teste de volta ao cone, melhora de aproximadamente 43% no teste de levantar e sentar e de 27% na força muscular de membros inferiores. O presente estudo não demonstrou melhoras no teste de volta ao cone e verificou aumentos, mais discretos, no teste de levantar e sentar (24%) e nos teste de força muscular de membros inferiores (8 a 12%).

Talvez, a discrepância nos ganhos observados nos estudos seja em virtude do tipo, velocidade de movimento e da duração da intervenção utilizada (63-65). Apesar de usar um protocolo similar ao de Bottaro *et al.*, o treino deste estudo teve uma duração de apenas 6 semanas contra 10 semanas no estudo de Bottaro *et al.* (15). Outra importante consideração se faz mediante aos testes de força muscular utilizados. Bottaro *et al.* usou o exercício isoinercial *Leg Press* tanto para o treino como para o teste enquanto este estudo utilizou um exercício isocinético apenas para o teste de força. Lima *et al.* (66) e Remaud *et al.* (67) demonstraram, recentemente, haver uma grande diferença entre os testes de força citados (1RM vs. isocinético). Segundo esses autores, o teste de 1RM pode superestimar os ganhos

oriundos do treinamento. Lima *et al.* (66) encontraram ganhos de força de 16,7% (isocinético) e de 54,7% (1RM) para os extensores de joelho em 61 idosas (~66 anos) submetidas a 24 semanas de treinamento resistido. Resultados esses mais parecidos com o do presente estudo, o qual encontrou um ganho de força de 12,23% para o grupo TP.

Outro estudo muito citado na literatura é o de Miszko *et al.* (39). Nesse estudo, demonstraram que o TP melhora a capacidade funcional geral (corpo inteiro) em 15% e a força muscular em homens e mulheres idosas após 16 semanas de intervenção realizada três vezes por semana. No entanto, diferente do presente estudo, Miszko *et al.* (39) reportaram melhoras nas AVD sem demonstrar melhoras da potência muscular. Duas possíveis explicações são o menor volume de treino realizado pelos autores e o tipo de teste utilizado para verificar a potência neste estudo. O presente estudo avaliou a potência muscular através de um protocolo específico com exercício resistido para tal finalidade. Já Miszko *et al.* (39) utilizaram o teste de *Wingate* em bicicleta ergométrica para avaliar a potência anaeróbia. Os próprios autores relataram que uma familiarização inadequada pode ter prejudicado o resultado no teste de *Wingate*.

Henwood e Taaffe (40) realizaram um estudo com homens e mulheres idosos (60 a 80 anos) divididos em dois grupos, um de controle e outro experimental. O grupo experimental foi submetido a um TP, duas vezes por semana, durante oito semanas, realizando três séries de oito repetições a 35, 55 e 75% de 1RM. Similar ao nosso estudo, Henwood e Taaffe (40) encontraram aumentos substanciais na força muscular (21,4%) e no teste de sentar e levantar da cadeira (10,4%) nos idosos submetidos ao treinamento e nenhuma melhora significativa no grupo que manteve as atividades diárias cotidianas. O maior ganho de força observado por Henwood e Taaffe pode ser devido a uma maior carga utilizada no estudo quando comparado ao nosso (75% vs.. 60% de 1RM)(32).

Em outro estudo mais recente, Henwood *et al.* (41) também reportaram aumento da força muscular e da capacidade funcional de membros inferiores em idosos (64-84 anos) após uma intervenção com treino de potência. Henwood *et al.* demonstraram uma melhora de aproximadamente 13% no teste de caminhada, 15 % no teste de levantar e sentar e 50% na força de membros inferiores após 24 semanas de treinamento duas vezes por semana. Novamente, a diferença entre os

ganhos pode ser explicada pelos distintos testes utilizados, tanto funcionais como de força e na duração do treinamento.

Hruda *et al.* (43) verificaram que 10 semanas de TP realizado 3 vezes por semana gera uma melhora na potência muscular de membros inferiores e na capacidade funcional em adultos de idade avançada (75-94 anos). Contudo, as melhoras nos resultados apresentados por Hruda *et al.* na potência muscular (60%), na volta ao cone (31%), no teste de levantar e sentar (66%) e na caminhada (33%) são muito maiores do que as observadas no presente estudo. A explicação para este grande aumento está na população estudada. Hruda *et al.* utilizaram indivíduos com capacidades físicas abaixo da média e que, por este motivo, tinham maiores reservas adaptativas (15, 32).

Outro estudo com resultados mais expressivos no ganhos de força em relação ao presente estudo, todavia similar ao de Hruda *et al.*, foi o de Fielding *et al.* (68). Eles reportaram aumento de 41% na força de membros inferiores submetidos ao treinamento de potência em idosos fracos. Além das características mais fracas da população de Hruda *et al.* (43) e Fielding *et al.* (68), um outro fator pode justificar a discrepância dos ganhos observados nestes e no presente estudo. Nosso protocolo realizou seis sessões de treino em duas semanas como parte da familiarização, o que não ocorreu nos estudos citados. A familiarização parece ser um importante fator no efeito do treino (15).

Diferente de Hruda *et al.* (43) e Fielding *et al.* (68), Earles *et al.* (69) submeteram homens e mulheres idosos ativos a um treinamento de potência nos membros inferiores utilizando o próprio peso corporal, com velocidade progressiva de contração, mais 45 min de caminhada, três vezes por semana, durante 12 semanas. Em relação às habilidades funcionais, os resultados do estudo de Earles *et al.* (69) não foram compatíveis com os do presente estudo por não apresentarem melhoras significantes, apesar dos autores encontrarem aumentos significativos na força muscular (22%). Provavelmente, a alta funcionalidade da amostra e a utilização do peso corporal como sobrecarga influenciaram os resultados dos testes funcionais no estudo de Earles *et al.* (69).

Outro estudo que envolveu exercícios com o próprio peso corporal foi o de Skelton *et al.* (38). Os autores também realizaram um estudo de treinamento resistido em mulheres idosas com idade entre 75 e 93 anos e reportaram aumentos

significativos na força muscular dos extensores dos joelhos (27%), porém sem alterações significantes nos testes relacionados à capacidade para realizar as AVD. Talvez, a exemplo dos indivíduos que realizaram atividades recreativas no presente estudo, a dificuldade de Earles *et al.* (69) e Skelton *et al.* (38) em encontrarem melhoras na capacidade funcional está na intensidade (carga) utilizada. Ou seja, o peso corporal pode representar uma sobrecarga de alta intensidade quando a população considerada é idosa. Alexander *et al.* (70) reportaram que idosos talvez precisem de até 90% da sua força máxima de membros inferiores para levantar de uma cadeira.

Keysor e Jette (71) e Latham *et al.* (72) reportaram pouca melhora nas tarefas funcionais após uma intervenção com treinamento resistido tradicional (i.e., altas cargas e baixa velocidade). Por exemplo, tarefas diárias tipicamente comuns talvez envolvam uma via de ativação muscular mais complexa que não pode ser aprimorada pelos movimentos de baixa velocidade e esforços próximos ao máximo característicos do treinamento resistido tradicional (73). Certamente, algumas tarefas funcionais necessitam mais de potência (movimentos rápidos) e outras talvez estejam mais relacionadas à força. Entretanto, a via de ativação muscular encontrada durante o treinamento com altas cargas e movimentos lentos limite a transferência das adaptações para as tarefas funcionais que tenham maiores variáveis de velocidade (73). Vários autores afirmaram que os treinos de alta intensidade são mais efetivos em desenvolver força e hipertrofia muscular do que os treinos de baixa intensidade (74-77). Latham *et al.* (72) e Porter (78) também corroboram que os treinos de alta intensidade têm pouca ou nenhuma relevância nos ganhos de velocidade no tempo de levantar de uma cadeira e na resistência de caminhada.

De certo, vários estudos relacionaram uma melhor performance das atividades da vida diária, como subir escadas, levantar de uma cadeira e caminhar com a potência muscular de membros inferiores do que com a força (29, 32, 79-81). Como a potência muscular e a velocidade de movimento exercem forte contribuição para o desempenho da caminhada, desenvolvê-las pode ser importante para a manutenção da velocidade de caminhada e a segurança da população idosa no deslocamento urbano. Estudos anteriores avaliaram 5000 idosos e verificaram que eles eram capazes de caminhar a uma velocidade de apenas 50% da velocidade de

segurança requerida para atravessar um cruzamento urbano (82, 83), o que destaca a importante melhora conquistada pelo grupo TP no teste de caminhada de 6min observado no presente estudo.

Assim, estudos que avaliaram a melhora da capacidade funcional verificaram maior associação com treinos de alta velocidade (40% de 1RM) do que com força máxima. A redução da capacidade funcional está mais relacionada à perda de potência do que de força, sendo assim, a incapacidade de se executar movimentos em alta velocidade está mais atrelada à perda da potência que da força. Ou seja, a variável importante para as tarefas funcionais talvez não seja explicada pelo quão forte um músculo é, e sim, pelo quão rápido ele é capaz de mover-se (29, 32, 84, 85). Manter a potência muscular e a velocidade de movimento durante a vida é algo considerado crucial. Um estudo longitudinal demonstrou que a queda na velocidade de movimento aumenta significativamente o risco de mortalidade em indivíduos idosos (86).

Bassey *et al.* (29) e Foldvari *et al.* (85) destacaram que uma das razões para o TP melhorar a capacidade dos indivíduos em realizar as atividades da vida diária se deve à combinação das vias de recrutamento motor. É sugerido que parte do benefício venha das adaptações neuromusculares como: *i*) aumento da inibição da musculatura antagonista, *ii*) melhor co-contracção dos músculos sinergistas, *iii*) inibição neural dos mecanismos protetivos e *iv*) aumento da excitabilidade do neurônio motor (15, 87).

Outra possível adaptação neural do treinamento resistido de alta velocidade é a taxa ou frequência de ativação das unidades motoras, ou seja, a frequência de disparos dos potenciais de ação. Quanto maior a frequência de ativação destas unidades, maior a força gerada em um certo ponto (88). Quando a frequência de ativação das unidades motoras excede o nível necessário para produzir força máxima, os aumentos adicionais contribuem para melhorar a taxa de desenvolvimento de força (TDF) (88). A TDF é considerada um importante fator na alta produção de potência muscular, porque o tempo para exercer força máxima é limitado pela potência da ação muscular (74, 88, 89). Assim, a capacidade de melhora da taxa de ativação das unidades motoras é uma possível adaptação para uma performance funcional mais eficaz. Além do recrutamento de unidades motoras e do aumento das suas respectivas frequência de ativação, a melhor sincronização

de ativação das unidades motoras também resulta da adaptação ao TP (19). Essas explicações ilustram ainda mais a importância da TDF na capacidade funcional, pois atividades da vida diária, como prevenir uma queda, são caracterizadas por um tempo limitado de exercer força (0-200ms), que é consideravelmente menor que o tempo necessário para se atingir a força máxima (~400-600ms) (44, 45).

Em uma população de mesma faixa etária (aproximadamente 60 anos), Casseroti *et al.* (74) encontraram aumentos similares aos do nosso estudo na TDF em 0-200ms após uma intervenção de 12 semanas de TP. Diferente do nosso estudo, os autores não realizaram testes funcionais. Vale lembrar que o presente estudo foi o primeiro a avaliar os efeitos do TP na TDF em diabéticos.

Aagaard *et al.* (46) verificaram um aumento da TDF de 0-200ms (20%), da força (16%) e velocidade de movimento (20%) após um período de 14 semanas com treinamento resistido. Nosso estudo também verificou aumentos significantes na TDF 0-200ms (25%) e na força isométrica (8%) e não significantes na velocidade de movimento (8%). A diferença entre os percentuais encontrados pode ser atribuída à população mais jovem (~23 anos) e a um maior tempo de intervenção (14 semanas) utilizados no estudo de Aagaard *et al.* (46). Os autores justificaram os ganhos através da melhora neuromuscular induzida pelo treinamento e observada no aumento do sinal eletromiográfico (EMG). Neste estudo, os autores concluíram que a TDF é, provavelmente, a adaptação mais importante do treinamento de força e que a melhora dessa variável é um importante parâmetro não só para movimentos explosivos de atletas, mas também para a população idosa por diminuir o risco de queda.

Andersen *et al.* (90), estudando também uma população jovem (~23 anos), examinaram as alterações nas fase iniciais e finais da TDF (i.e., <100 ms e > 200ms, respectivamente) após uma intervenção de 14 semanas com treinamento resistido. Similar ao presente estudo, os resultados demonstraram aumentos significativos (11%) nas fases finais e sem alterações significantes nas fase iniciais da TDF. Entretanto, diferente do presente estudo, Andersen *et al.* (90) utilizaram exercícios de alta intensidade e velocidade controlada de movimento. Segundo esses autores, esta é a mais plausível explicação para que as alterações na TDF só tenham ocorrido após 200ms. Andersen *et al.* relataram que os aumentos finais na TDF estão mais relacionados aos incrementos da força e massa musculares, enquanto

as fases iniciais estariam correlacionadas à força e à proporção de fibras musculares do tipo IIX (fibras de alta velocidade) observadas no estudo. Os autores mencionam que o principal fator para o aumento da TDF em todas as fase está na velocidade em que o movimento é realizado. Isto, de fato, pode ter contribuído para o aumento da TDF no grupo TP (aumento da força e alta velocidade de movimento) e para a diminuição desta variável no grupo AR (sem aumentos de força e controlada velocidade de movimento durante o treino).

Um estudo que avaliou a TDF em idosos foi o de Suetta *et al.* (44). Os autores também verificaram uma relação da força e massa muscular com a TDF. O estudo constatou um efeito positivo de 12 semanas de treinamento resistido na melhora na fase final da TDF em idosos.

É importante destacar que existe uma importante distinção entre os estudos apresentados e o presente estudo a respeito da população avaliada. Grande parte dos trabalhos aqui discutidos continham indivíduos idosos, contudo, sem problemas crônicos de saúde. No nosso caso, a população era portadora de diabetes mellitus (DM) tipo 2 há pelo menos 10 anos. O DM é um distúrbio metabólico da glicose e no tipo 2, em especial, caracterizada pela resistência a insulina e por isto, frequentemente associada a hiperglicemia. As altas taxas de açúcar no sangue levam a várias limitações funcionais (5, 25, 27, 91).

Wray *et al.* (91) reportaram que o DM pode exercer um considerável impacto nas incapacidades físicas em adultos de meia idade e nos adultos idosos. Os autores destacaram que essas dificuldades têm causas multifatoriais, mas que grande parte delas pode ser atribuída às doenças vasculares provocadas pelo DM. Wray *et al.* (91) destacaram que o DM tem um impacto de 35% nas limitações físicas e que ela, sozinha, tem um efeito tão forte quanto as doenças cardiopulmonares e problemas da visão têm na realização de tarefas físicas. Os próprios autores pontuaram que algumas doenças cardiopulmonares e dificuldades de visão são também, provocadas pela hiperglicemia associada ao DM. Entretanto, os autores atribuíram que as complicações mais comuns do DM sobre a capacidade funcional estão relacionadas às doenças arterial crônica, vascular periférica e renal; neuropatia periférica; crônico catabolismo e hiperglicemia.

Powell *et al.* (92) destacaram que a neuropatia periférica é uma importante consequência do DM e é caracterizada pela diminuição da sensibilidade nas

extremidades inferiores, com ou sem dor. A neuropatia periférica está também relacionada com a piora na marcha, perda de equilíbrio, quedas e diminuição da força e propriocepção dos membros inferiores. Powell *et al.* (92) ilustraram que as quedas tiveram um custo econômico de U\$20 bilhões no ano de 1994 nos Estados Unidos e que eram a quarta causa de morte de homens e mulheres entre 65 e 85 anos, bem como a principal causa de morte na população mais idosa, acima de 85 anos. Os autores concluíram que a neuropatia tem grande impacto no equilíbrio e que, conseqüentemente, aumenta o risco de queda na população idosa em mais de 50%. Além disso, o aumento do temor de cair leva a uma diminuição da realização das atividades da vida diária, que por sua vez, aumenta ainda mais o risco de quedas.

Em um estudo longitudinal de 2 anos, Wu *et al.* (27) observaram e avaliaram a capacidade funcional de 1789 sujeitos (585 com diabetes) com mais de 60 anos. Os autores destacaram que portadores de DM têm 74% mais limitações em realizar AVD que não diabéticos. A justificativa para tal achado recai sobre o DM e suas complicações, especialmente a neuropatia. Outra importante distinção em relação à população com DM tipo 2 é a maior perda de força e massa musculares nos membros inferiores (6).

Park *et al.* (6) avaliaram a força isocinética de membros inferiores e a massa muscular de 1840 indivíduos entre 70 e 79 anos (1535 não diabéticos e 305 diabéticos tipo 2) durante três anos. Os resultados demonstraram uma perda da massa muscular e um declínio de 13,5% da força muscular, que foi 50% maior que o apresentado pelo grupo sem DM. Os autores reportaram que a qualidade muscular (força por unidade de massa muscular – N/kg) também apresentou uma maior redução quando comparada ao grupo sem DM. Os autores atribuíram esses resultados às complicações do diabetes como a neuropatia as quais podem ter negativas influências eletrofisiológicas. Ou seja, pacientes com DM tipo 2 têm alta correlação com a densidade e amplitude da unidade motora e observam uma diminuição da amplitude do potencial de ação na taxa de ~3%/ano em pacientes com mais de 10 anos da doença. A neuropatia, no entanto, é um fator que não explica sozinho a perda muscular em DM tipo 2. Os autores discutiram que outros mecanismos como o aumento do nível de citosinas inflamatórias (TNF- $\alpha$  e IL-6) podem influenciar na perda da massa e força musculares e diminuição da

performance física em diabéticos idosos. Tais consequências levam a uma maior inabilidade física e maior risco de queda.

Umpierre *et al.* (26) demonstraram que atividades físicas vigorosas de mais de 150 minutos semanais têm um grande efeito na redução da hemoglobina glicosilada (HbA<sub>1c</sub>) em diabéticos do tipo 2 após 12 semanas de treino. A HbA<sub>1c</sub> é um importante exame sobre o controle da doença nos último 3 meses. Desta forma, a redução da HbA<sub>1c</sub> demonstra uma atenuação das complicações oriundas do DM. Bossoni *et al.* (93) reportaram que o fraco controle glicêmico (i.e., hiperglicemia) é um dos maiores responsáveis pela perda da força e pelas limitações da capacidade funcional em sujeitos com DM tipo 2, especialmente naqueles com mais de 10 anos de DM.

O atual estudo apresenta algumas limitações como: *i*) baixo número de participantes, *ii*) falta de um grupo controle ou de um grupo que realizasse exercícios resistidos tradicionais, *iii*) falta de uma análise eletromiográfica e *iv*) falta do exame de HbA<sub>1c</sub>. Apesar destas limitações, o presente estudo conseguiu demonstrar, de forma contundente, que, em apenas 6 semanas, o treino de potência é eficiente para a melhora das capacidades funcionais, força e potência musculares e, conseqüentemente, na qualidade de vida de diabéticos tipo 2. O estudo também observou que a realização da atividades recreativas isoladamente não gera melhoras significantes nos parâmetros estudados.

Uma última consideração a ser feita diz respeito à aderência ao treinamento de força (musculação). Segundo Tschopp *et al.* (14), apenas 10% dos idosos se engajam na prática regular de exercícios resistidos. Vários autores apontaram que a natureza estressante dos treinos de alta intensidade acaba por dificultar a prática regular desta modalidade em indivíduos acima dos 60 anos. Dessa forma, exercícios de baixa e de moderada intensidades, como as utilizadas no estudo, podem ser relevantes na prescrição e conseqüente aderência da população em questão nesta modalidade de exercício. Similares ao nosso estudo, vários trabalhos que avaliaram o TP não só reportaram benefícios neste método de treino, como também reportaram que o TP não se mostrou extenuante nos indivíduos avaliados (14, 15, 17, 32, 78).

## 7 CONCLUSÃO

Conclui-se, a partir dos resultados do presente estudo, que seis semanas de treino resistido com cargas moderadas (60% 1RM) e movimentos realizados com a maior velocidade possível são um importante estímulo para a melhora significativa da força e potência musculares dos membros inferiores. Destaca-se também que a melhora na força e potência musculares otimiza a capacidade funcional de diabéticos tipo 2. Outra importante conclusão é que atividades recreativas não são estímulos adequados à melhora das capacidades físicas (força e potência musculares de membros inferiores) e funcionais desta população.

## **8 APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCE**

Você está sendo convidado a participar da pesquisa ADAPTAÇÕES INICIAIS DO TREINO DE POTÊNCIA NA CAPACIDADE FUNCIONAL, FORÇA E POTÊNCIA MUSCULARES EM DIABÉTICOS TIPO 2 que tem como responsável Rodrigo Souza Celes.

O diabetes é uma deficiência do metabolismo da glicose que tem um forte impacto sobre a saúde cardiovascular, mas, também, músculo esquelética. Desta forma, indivíduos portadores de diabetes têm uma piora da suas capacidades funcionais. Ou seja, há uma maior dificuldade do diabético em realizar atividades da vida diária (AVD) como sentar e levantar de uma cadeira, subir e descer escadas, manipular utensílios domésticos de pequeno porte com os membros superiores e outras.

A capacidade funcional é um importante parâmetro para a qualidade de vida. A diminuição dessa capacidade é acompanhada da diminuição da força muscular, aumento no risco de queda, inatividade, dependência física e depressão. Estudos demonstram que quanto maior for o nível de atividade física, menos significativa é a perda ou a velocidade da diminuição da capacidade funcional e maior é a longevidade do indivíduo.

No sentido de auxiliar a manutenção ou melhora em se realizar AVD, exercícios resistidos (musculação) têm se mostrado uma excelente forma de se aprimorar a força muscular e a capacidade funcional em idosos. Esse aprimoramento é ainda maior quando o exercício de musculação prioriza a realização de movimentos em altas velocidades (método de potência muscular). Contudo, apesar do benefício da musculação tradicional, e especialmente o treino de potência muscular na capacidade funcional de idosos, pouco se sabe sobre os seus efeitos na melhora da capacidade de realizar AVD em diabéticos.

Neste intuito, o objetivo do presente estudo é o de se avaliar o efeito do treino de potência muscular na força e potência muscular e na capacidade funcional de diabéticos.

Para avaliação e realização do estudo, será realizado um programa de musculação. O protocolo consiste na formação de 2 grupos com 25 diabéticos em cada grupo.

O grupo 1 (TP) realizará o treino de potência e o grupo 2 (AR) realizará atividades recreativas como caminhada, aula de dança e atividades lúdicas.

O período de realização do treinamento de musculação será de 6 semanas, com 3 encontros por semana com 90 minutos de duração cada. O TP realizará em cada encontro cinco exercícios básicos de musculação que envolvem todo o corpo, sendo instruídos a executar os movimentos com a maior velocidade possível. Cada sessão de exercício durará cerca de 40 minutos.

Todos os dois grupos receberão palestras educativas sobre o diabetes e os cuidados necessários para manutenção e/ou melhora da saúde e qualidade de vida. Durante o estudo, todos os indivíduos realizarão testes físicos e exames de saúde para verificar se há melhora os não destes fatores durante a pesquisa. Ressalta-se, que todos os voluntários terão suas glicemias, frequência cardíaca e pressões arteriais aferidas antes e depois de todos os encontros.

Destaca-se também que, para garantir um bom andamento e dar uma maior segurança ao estudo, a equipe de pesquisadores será composta por educadores físicos, médicos, nutricionistas e enfermeiros. Todos esses têm experiência e conhecimento dos cuidados necessários para a realização de exercícios físicos na população em questão.

Os voluntários passarão por uma avaliação médica que os atestará aptos ou não para a participação do estudo e/ou realização de exercícios físicos. Desta forma, para os considerados aptos, este exercício não é contraindicado e não traz prejuízos à saúde do praticante. Todavia, exercícios físicos podem gerar desconfortos como dor muscular tardia que desaparece em poucos dias. Destaca-se também, que em situações mais raras, a atividade física pode apresentar riscos de lesões musculares.

De uma forma ampla, os dados obtidos no estudo podem trazer benefícios aos portadores de diabetes, por possibilitarem a prescrição de treinos mais eficientes que possam otimizar a saúde e qualidade de vida de diabéticos.

O estudo não envolve gastos aos participantes. Todos os materiais, equipamentos, testes e exames necessários ao estudo serão providenciados pelos pesquisadores.

Todas as informações coletadas ficarão na responsabilidade dos pesquisadores do estudo e poderão ser publicadas em revistas e eventos científicos da área. Contudo, é garantido o anonimato aos participantes da pesquisa.

Qualquer dúvida adicional sobre o estudo poderá ser respondida pelos pesquisadores: Rodrigo Souza Celes (61) 3222-7807/8134-0377; Prof. Dr. Martim Bottaro (61) 3107-2522/8128-8855; Comitê de Ética – CEP/FS UnB: (61) 3107-1947.

Sua participação é voluntária e por isso você está livre para não participar ou desistir a qualquer momento sem nenhum tipo de punição ou constrangimento.

Se for de seu interesse a participação no estudo, esse termo de consentimento deve ser assinado em duas vias.

Atenciosamente,

Rodrigo Celes.

Nome: \_\_\_\_\_ Identidade: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Rodrigo Souza Celes

\_\_\_\_\_

Assinatura do Voluntário

Brasília \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

## 9 ANEXO A - APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



Universidade de Brasília  
Faculdade de Ciências da Saúde  
Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/FS

### PROCESSO DE ANÁLISE DE PROJETO DE PESQUISA

Registro do Projeto no CEP: **035/11**

Título do Projeto: “Efeito do treinamento resistido tradicional e de potência na capacidade funcional e força muscular de diabéticos tipo 2”.

Pesquisadora Responsável: Rodrigo Souza Celes

Data de Entrada: 04/04/11

Com base na Resolução 196/96, do CNS/MS, que regulamenta a ética em pesquisa com seres humanos, o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, após análise dos aspectos éticos e do contexto técnico-científico, resolveu **APROVAR** o projeto **035/11** com o título: “Efeito do treinamento resistido tradicional e de potência na capacidade funcional e força muscular de diabéticos tipo 2.”, analisado na 3ª Reunião Ordinária, realizada no dia 12 de abril de 2011.

O pesquisador responsável fica, desde já, notificado da obrigatoriedade da apresentação de um relatório semestral e relatório final sucinto e objetivo sobre o desenvolvimento do Projeto, no prazo de 1 (um) ano a contar da presente data (item VII.13 da Resolução 196/96).

Brasília, 09 de maio de 2011.

  
Prof. Natán Monsores  
Coordenador do CEP-FS/UnB

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Torres HC, Perreira FRL, Alexandre LR. Avaliação das ações educativas na promoção do autogerenciamento dos cuidados em diabetes mellitos tipo 2. Rev Esc Enferm USP. 2011;45(5):1077-82.
2. Reeves MJ, Vaidya RS, Fonarow GC, Liang L, Smith EE, Matulonis R, *et al.* Quality of care and outcomes in patients with diabetes hospitalized with ischemic stroke: findings from Get With the Guidelines-Stroke. Stroke; a journal of cerebral circulation. 2010;41(5):e409-17. Epub 2010/03/13.
3. Gregg EW, Caspersen CJ. Physical disability and the cumulative impact of diabetes in older adults. Br J Diabetes Vasc Dis. 2005;5(1):13-7.
4. Garg PK, Liu K, Tian L, Guralnik JM, Ferrucci L, Criqui MH, *et al.* Physical activity during daily life and functional decline in peripheral arterial disease. Circulation. 2009;119(2):251-60. Epub 2009/01/02.
5. Blaum CS, West NA, Haan MN. Is the metabolic syndrome, with or without diabetes, associated with progressive disability in older Mexican Americans? The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences. 2007;62(7):766-73. Epub 2007/07/20.
6. 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. Epub 2007/03/17.
7. Alves LC, Leimann BCQ, Vasconcelos MEL, Carvalho MS, Vasconcelos AGG, Fonseca TCO, *et al.* A influência das doenças crônicas na capacidade funcional dos idosos do Município de São Paulo, Brasil. Cad Saúde Pública. 2007;23(8):1924-30. Epub ago, 2007.

8. Rantanen T, Guralnik JM, Izmirlian G, Williamson JD, Simonsick EM, Ferrucci L, *et al.* Association of muscle strength with maximum walking speed in disabled older women. *American journal of physical medicine e rehabilitation / Association of Academic Physiatrists.* 1998;77(4):299-305. Epub 1998/08/26.
9. Wolfson L, Judge J, Whipple R, King M. Strength is a major factor in balance, gait, and the occurrence of falls. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences.* 1995;50 Spec No:64-7. Epub 1995/11/01.
10. Kalapotharakos VI, Michalopoulos M, Tokmakidis SP, Godolias G, Gourgoulis V. Effects of a heavy and a moderate resistance training on functional performance in older adults. *Journal of strength and conditioning research / National Strength e Conditioning Association.* 2005;19(3):652-7. Epub 2005/08/13.
11. Taunton JE, Martin AD, Rhodes EC, Wolski LA, Donnelly M, Elliot J. Exercise for the older woman: choosing the right prescription. *Br J Sports Med.* 1997;31(1):5-10. Epub 1997/03/01.
12. Silva NL, Farinatti PTV. Influência de variáveis do treinamento contra-resistência sobre a força muscular de idosos: uma revisão sistemática com ênfase nas relações dose-resposta. *Rev Bras Med Esporte.* 2007;13(1):60-6.
13. Nogueira W, Gentil P, Mello SN, Oliveira RJ, Bezerra AJ, Bottaro M. Effects of power training on muscle thickness of older men. *International journal of sports medicine.* 2009;30(3):200-4. Epub 2009/02/10.
14. Tschopp M, Sattelmayer MK, Hilfiker R. Is power training or conventional resistance training better for function in elderly persons? A meta-analysis. *Age and ageing.* 2011;40(5):549-56. Epub 2011/03/09.
15. Bottaro M, Machado SN, Nogueira W, Scales R, Veloso J. Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. *European journal of applied physiology.* 2007;99(3):257-64. Epub 2006/12/06.

16. Holviala JH, Sallinen JM, Kraemer WJ, Alen MJ, Hakkinen KK. Effects of strength training on muscle strength characteristics, functional capabilities, and balance in middle-aged and older women. *Journal of strength and conditioning research / National Strength e Conditioning Association*. 2006;20(2):336-44. Epub 2006/05/12.
17. Sayers SP. High-speed power training: a novel approach to resistance training in older men and women. A brief review and pilot study. *Journal of strength and conditioning research / National Strength e Conditioning Association*. 2007;21(2):518-26. Epub 2007/05/29.
18. Kawamori N, Haff GG. The optimal training load for the development of muscular power. *Journal of strength and conditioning research / National Strength e Conditioning Association*. 2004;18(3):675-84. Epub 2004/08/24.
19. Moritani T. Neuromuscular adaptations during the acquisition of muscle strength, power and motor tasks. *Journal of biomechanics*. 1993;26 Suppl 1:95-107. Epub 1993/01/01.
20. Marcus RL, Smith S, Morrell G, Addison O, Dibble LE, Wahoff-Stice D, *et al*. Comparison of combined aerobic and high-force eccentric resistance exercise with aerobic exercise only for people with type 2 diabetes mellitus. *Phys Ther*. 2008;88(11):1345-54. Epub 2008/09/20.
21. Gordon BA, Benson AC, Bird SR, Fraser SF. Resistance training improves metabolic health in type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Res Clin Pract*. 2009;83(2):157-75. Epub 2009/01/13.
22. Kacerovs.ky-Bielesz G, Chmelik M, Ling C, Pokan R, Szendroedi J, Farukuoye M, *et al*. Short-term exercise training does not stimulate skeletal muscle ATP synthesis in relatives of humans with type 2 diabetes. *Diabetes*. 2009;58(6):1333-41. Epub 2009/03/07.

23. Marwick TH, Hordern MD, Miller T, Chyun DA, Bertoni AG, Blumenthal RS, *et al.* Exercise training for type 2 diabetes mellitus: impact on cardiovascular risk: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2009;119(25):3244-62. Epub 2009/06/10.
24. ADA. Standart of medical care in diabetes - 2010. *Diabetes care*. 2010;33(Supplement 1):S11-S61.
25. Park S, Park H, Togo F, Watanabe E, Yasunaga A, Yoshiuchi K, *et al.* Year-long physical activity and metabolic syndrome in older Japanese adults: cross-sectional data from the Nakanajo Study. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2008;63(10):1119-23. Epub 2008/10/25.
26. Umpierre D, Ribeiro PA, Kramer CK, Leitao CB, Zucatti AT, Azevedo MJ, *et al.* Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA : the journal of the American Medical Association*. 2011;305(17):1790-9. Epub 2011/05/05.
27. Wu JH, Haan MN, Liang J, Ghosh D, Gonzalez HM, Herman WH. Diabetes as a predictor of change in functional status among older Mexican Americans: a population-based cohort study. *Diabetes care*. 2003;26(2):314-9. Epub 2003/01/28.
28. Vandervoort A, Hill K, Sandrin M, Vyese V. Mobility impairment and falling in the elderly. *Physiol Can*. 1990;42:99-107.
29. Bassey EJ, Fiatarone MA, O'Neill EF, Kelly M, Evans WJ, Lipsitz LA. Leg extensor power and functional performance in very old men and women. *Clin Sci (Lond)*. 1992;82(3):321-7. Epub 1992/03/01.
30. Landers KA, Hunter GR, Wetzstein CJ, Bamman MM, Weinsier RL. The interrelationship among muscle mass, strength, and the ability to perform physical tasks of daily living in younger and older women. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2001;56(10):B443-8. Epub 2001/10/05.

31. Horak FB, Shupert CL, Mirka A. Components of postural dyscontrol in the elderly: a review. *Neurobiol Aging*. 1989;10(6):727-38. Epub 1989/11/01.
32. Sayers SP. High Velocity Power Training in Older Adults. *Current Aging Science*. 2008;1:62-7.
33. Bottaro M, Brown LE, Celes R, Martorelli S, Carregaro R, de Brito Vidal JC. Effect of rest interval on neuromuscular and metabolic responses between children and adolescents. *Pediatric exercise science*. 2011;23(3):311-21. Epub 2011/09/02.
34. Veloso J, Polito MD, Riera T, Celes R, Vidal JC, Bottaro M. Effects of rest interval between exercise sets on blood pressure after resistance exercises. *Arquivos brasileiros de cardiologia*. 2010;94(4):512-8. Epub 2010/03/27. Efeitos do intervalo de recuperacao entre as series sobre a pressao arterial apos exercicios resistidos.
35. Bottaro M, Ernesto C, Celes R, Farinatti PT, Brown LE, Oliveira RJ. Effects of age and rest interval on strength recovery. *International journal of sports medicine*. 2010;31(1):22-5. Epub 2009/11/04.
36. Celes R, Brown LE, Pereira MC, Schwartz FP, Junior VA, Bottaro M. Gender muscle recovery during isokinetic exercise. *International journal of sports medicine*. 2010;31(12):866-9. Epub 2010/11/13.
37. Celes RS, Bottaro M, Veloso J, Ernesto C, Brown LE. Efeito do intervalo de recuperacao entre series de extensoes isocineticas de joelho em homens jovens destreinados. *Rev Bras Fisioter*. 2009;13(4):324-9.
38. Skelton DA, Young A, Greig CA, Malbut KE. Effects of resistance training on strength, power, and selected functional abilities of women aged 75 and older. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1995;43(10):1081-7. Epub 1995/10/01.
39. Miszko TA, Cress ME, Slade JM, Covey CJ, Agrawal SK, Doerr CE. Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults.

The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences. 2003;58(2):171-5. Epub 2003/02/15.

40. Henwood TR, Taaffe DR. Improved physical performance in older adults undertaking a short-term programme of high-velocity resistance training. *Gerontology*. 2005;51(2):108-15. Epub 2005/02/16.

41. Henwood TR, Riek S, Taaffe DR. Strength versus muscle power-specific resistance training in community-dwelling older adults. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2008;63(1):83-91. Epub 2008/02/05.

42. Westhoff G, Listing J, Zink A. Loss of physical independence in rheumatoid arthritis: interview data from a representative sample of patients in rheumatologic care. *Arthritis care and research : the official journal of the Arthritis Health Professions Association*. 2000;13(1):11-22. Epub 2000/11/30.

43. Hruda KV, Hicks AL, McCartney N. Training for muscle power in older adults: effects on functional abilities. *Canadian journal of applied physiology = Revue canadienne de physiologie appliquee*. 2003;28(2):178-89. Epub 2003/06/27.

44. Suetta C, Aagaard P, Rosted A, Jakobsen AK, Duus B, Kjaer M, *et al*. Training-induced changes in muscle CSA, muscle strength, EMG, and rate of force development in elderly subjects after long-term unilateral disuse. *J Appl Physiol*. 2004;97(5):1954-61. Epub 2004/07/13.

45. Bento PC, Pereira G, Ugrinowitsch C, Rodacki AL. Peak torque and rate of torque development in elderly with and without fall history. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2010;25(5):450-4. Epub 2010/03/31.

46. Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson P, Dyhre-Poulsen P. Neural adaptation to resistance training: changes in evoked V-wave and H-reflex responses. *J Appl Physiol*. 2002;92(6):2309-18. Epub 2002/05/17.

47. Wallerstein LF, Tricoli V, Barroso R, Rodacki AL, Russo L, Aihara AY, *et al.* Effects of strength and power training on neuromuscular variables in older adults. *Journal of aging and physical activity.* 2012;20(2):171-85. Epub 2012/04/05.
48. Bottaro M, Russo A, Oliveira RJ. The effects of rest interval on quadriceps torque during an isokinetic testing protocol in elderly. *Journal of Sports Science and Medicine.* 2005;4:285-90.
49. Weir JP, Evans SA, Housh ML. The effect of extraneous movements on peak torque and constant joint angle torque-velocity curves. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996;23(5):302-8.
50. Taylor NA, Sanders RH, Howick EI, Stanley SN. Static and dynamic assessment of the Biodex dynamometer. *European journal of applied physiology and occupational physiology.* 1991;62(3):180-8.
51. Stumbo TA, Merriam S, Nies K, Smith A, Spurgeon D, Weir JP. The effect of hand-grip stabilization on isokinetic torque at the knee. *Journal of strength and conditioning research / National Strength e Conditioning Association.* 2001;15(3):372-7. Epub 2001/11/17.
52. Hald NAS, Sander EJ. Effect of visual feedback on maximal and submaximal isokinetic test measurements of normal quadriceps and hamstrings. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1987;9:86-93.
53. McNair PJ, Depledge J, Brett Kelly M, Stanley SN. Verbal encouragement: effects on maximum effort voluntary muscle action. *Br J Sports Med.* 1996;30(3):243-5.
54. Kim HJ, Kraemer JF. Effectiveness of visual feedback during isokinetic exercise. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997;26:318-23.
55. Schwartz FP, Nascimento FA, Celes R, Pereira MC, Milhomem TR, Leão W, *et al.* How to avoid the impacts of velocity overshoot on the estimation of torque and

velocity development rates. XXIII Congresso Brasileiro em Engenharia Biomédica Submetido.

56. Brown LE, Whitehurst M. The effect of short-term isokinetic training on force and rate of velocity development. *Journal of strength and conditioning research / National Strength e Conditioning Association*. 2003;17(1):88-94. Epub 2003/02/13.

57. Rikli RE, Jones CJ. Developing and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J Aging Phy Act*. 1999;7(129-161):129.

58. ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*. 2009;41(3):687-708. Epub 2009/02/11.

59. Lagally KM, Amorose AJ, Rock B. Selection of resistance exercise intensity using ratings of perceived exertion from the OMNI-RES. *Percept Mot Skills*. 2009;108(2):573-86. Epub 2009/06/24.

60. Hakkinen K, Kraemer WJ, Newton RU, Alen M. Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. *Acta physiologica Scandinavica*. 2001;171(1):51-62.

61. Shaw CE, McCully KK, Posner JD. Injuries during the one repetition maximum assessment in the elderly. *J Cardiopulm Rehabil*. 1995;15(4):283-7. Epub 1995/07/01.

62. Jamieson J. Analysis of covariance (ANCOVA) with difference scores. *International Journal of Psychophysiology*. 2004;52:277-83.

63. Aagaard P, Simonsen EB, Trolle M, Bangsbo J, Klausen K. Specificity of training velocity and training load on gains in isokinetic knee joint strength. *Acta physiologica Scandinavica*. 1996;156(2):123-9. Epub 1996/02/01.

64. Behm DG, Sale DG. Velocity specificity of resistance training. *Sports Med.* 1993;15(6):374-88. Epub 1993/06/01.
65. Kraemer WJ, Ratamess NA, French DN. Resistance training for health and performance. *Current sports medicine reports.* 2002;1(3):165-71. Epub 2003/07/02.
66. Lima RM, Bottaro M, Carregaro R, Oliveira JF, Bezerra LMA, Oliveira RJ. Efeitos do treinamento resistido sobre a força muscular de idosas: uma comparação entre métodos. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano.* 2012;14(3):412-22.
67. Remaud A, Cornu C, Guevel A. Neuromuscular adaptations to 8-week strength training: isotonic versus isokinetic mode. *European journal of applied physiology.* 2010;108(1):59-69. Epub 2009/09/17.
68. Fielding RA, LeBrasseur NK, Cuoco A, Bean J, Mizer K, Fiatarone Singh MA. High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women. *Journal of the American Geriatrics Society.* 2002;50(4):655-62. Epub 2002/05/02.
69. Earles DR, Judge JO, Gunnarsson OT. Velocity training induces power-specific adaptations in highly functioning older adults. *Archives of physical medicine and rehabilitation.* 2001;82(7):872-8. Epub 2001/07/07.
70. Alexander NB, Galecki AT, Grenier ML, Nyquist LV, Hofmeyer MR, Grunawalt JC, *et al.* Task-specific resistance training to improve the ability of activities of daily living-impaired older adults to rise from a bed and from a chair. *Journal of the American Geriatrics Society.* 2001;49(11):1418-27. Epub 2002/03/14.
71. Keysor JJ, Jette AM. Have we oversold the benefit of late-life exercise? *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences.* 2001;56(7):M412-23. Epub 2001/07/11.

72. Latham NK, Bennett DA, Stretton CM, Anderson CS. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2004;59(1):48-61. Epub 2004/01/14.
73. Barry BK, Carson RG. The consequences of resistance training for movement control in older adults. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2004;59(7):730-54. Epub 2004/08/12.
74. Caserotti P, Aagaard P, Larsen JB, Puggaard L. Explosive heavy-resistance training in old and very old adults: changes in rapid muscle force, strength and power. *Scandinavian journal of medicine e science in sports*. 2008;18(6):773-82. Epub 2008/02/06.
75. Kraemer WJ, Newton RU. Training for muscular power. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*. 2000;11(2):341-68, vii. Epub 2000/05/16.
76. Ferri A, Scaglioni G, Pousson M, Capodaglio P, Van Hoecke J, Narici MV. Strength and power changes of the human plantar flexors and knee extensors in response to resistance training in old age. *Acta physiologica Scandinavica*. 2003;177(1):69-78. Epub 2002/12/21.
77. Fry AC. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Med*. 2004;34(10):663-79. Epub 2004/09/01.
78. Porter MM. Power training for older adults. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*. 2006;31(2):87-94. Epub 2006/04/11.
79. Bean JF, Kiely DK, Herman S, Leveille SG, Mizer K, Frontera WR, *et al*. The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2002;50(3):461-7. Epub 2002/04/12.

80. Cuoco A, Callahan DM, Sayers S, Frontera WR, Bean J, Fielding RA. Impact of muscle power and force on gait speed in disabled older men and women. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2004;59(11):1200-6. Epub 2004/12/17.
81. Suzuki T, Bean JF, Fielding RA. Muscle power of the ankle flexors predicts functional performance in community-dwelling older women. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2001;49(9):1161-7. Epub 2001/09/18.
82. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, *et al*. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *Journal of gerontology*. 1994;49(2):M85-94. Epub 1994/03/01.
83. Robinet CS, Vondran MA. Functional ambulation velocity and distance requirements in rural and urban communities. *Phy Ther*. 1988;68:1371-3.
84. Bassey EJ, Short AH. A new method for measuring power output in a single leg extension: feasibility, reliability and validity. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1990;60(5):385-90. Epub 1990/01/01.
85. Foldvari M, Clark M, Laviolette LC, Bernstein MA, Kaliton D, Castaneda C, *et al*. Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2000;55(4):M192-9. Epub 2000/05/16.
86. Metter EJ, Schrage M, Ferrucci L, Talbot LA. Evaluation of movement speed and reaction time as predictors of all-cause mortality in men. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2005;60(7):840-6. Epub 2005/08/05.
87. Lyttle AD, Wilson GJ, Ostrowski KJ. Enhancing performance: maximal power versus combined weights and pliometrics training. *Journal of strength and conditioning research / National Strength e Conditioning Association*. 1996;10:173-9.

88. Sales DG. Neural adaptation to strength training. In: Komi PV, editor. Strength and power in sports. Malden, MA: Blackwell; 1992. p. 249-65.
89. Tillin NA, Pain MT, Folland JP. Contraction type influences the human ability to use the available torque capacity of skeletal muscle during explosive efforts. *Proceedings Biological sciences / The Royal Society*. 2012;279(1736):2106-15. Epub 2012/01/20.
90. Andersen LL, Andersen JL, Magnusson SP, Suetta C, Madsen JL, Christensen LR, *et al*. Changes in the human muscle force-velocity relationship in response to resistance training and subsequent detraining. *J Appl Physiol*. 2005;99(1):87-94. Epub 2005/02/26.
91. Wray LA, Ofstedal MB, Langa KM, Blaum CS. The effect of diabetes on disability in middle-aged and older adults. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2005;60(9):1206-11. Epub 2005/09/27.
92. Powell MW, Carnegie DH, Burke TJ. Reversal of diabetic peripheral neuropathy with phototherapy (MIRE) decreases falls and the fear of falling and improves activities of daily living in seniors. *Age and ageing*. 2006;35(1):11-6. Epub 2005/11/24.
93. Bossoni S, Mazziotti G, Gazzaruso C, Martinelli D, Orini S, Solerte SB, *et al*. Relationship between instrumental activities of daily living and blood glucose control in elderly subjects with type 2 diabetes. *Age and ageing*. 2008;37(2):222-5. Epub 2007/11/24.