VIVIANE GRASSMANN MARQUES

OS EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO COMBINADO SOBRE AS FUNÇÕES COGNITIVAS DE IDOSOS SAUDÁVEIS

Tese apresentada à Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina, para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

São Paulo – SP
2010

VIVIANE GRASSMANN MARQUES

OS EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO COMBINADO SOBRE AS FUNÇÕES COGNITIVAS DE IDOSOS SAUDÁVEIS

Tese apresentada à Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina, para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Marco Túlio de Mello.

São Paulo – SP
2010

Grassmann-Marques, Viviane

OS EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO COMBINADO SOBRE AS FUNÇÕES COGNITIVAS DE IDOSOS SAUDÁVEIS / Viviane Grassmann Marques—São Paulo, 2010. xii, p.71

Tese (Mestrado)- Universidade Federal de São Paulo. Escola Paulista de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Psicopbiologia.

The effect of combined physical training on the cognitive functions in the health elderly.

1. Envelhecimento. 2. Cognição. 3. Educação Física e Treinamento. 4. Viscosidade Sangüínea. 5. Fator de Crescimento Similar à Insulina Tipo I.

VIVIANE GRASSMANN MARQUES

OS EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO COMBINADO SOBRE AS FUNÇÕES COGNITIVAS DE IDOSOS SAUDÁVEIS

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Daniela Lopes dos Santos
Prof. Dr. Florindo Stella
Profa. Dra. Geni de Araujo Costa
Prof. Dr. José Carlos Galduróz (Suplente)

Aprovada em: 31/03/2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO
ESCOLA PAULISTA DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE PSICOBIOLOGIA

Chefe do Departamento: Profa. Dra. Maria Lucia Oliveira Formigoni

Coordenador do Curso de Pós-Graduação: Prof. Dr. Marco Túlio de Mello

Chefe da Disciplina de Medicina e Biologia do Sono: Profa. Dra. Lia Rita Azeredo Bittencourt

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a todos os professores que passaram pela minha vida, sobretudo aos que nos momentos mais difíceis ainda acreditaram em mim.

Também o dedico à minha família e amigos, pois sem eles eu não seria nada.

E ao meu querido Avô Roberto Grassmann (*in memoriam*), pois o seu amor me fez ser o que sou hoje.

AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar agradeço a Deus.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marco Túlio de Mello, pelo seu exemplo e por ter acreditado no meu potencial acadêmico.

Às colaboradoras que me co-orientaram no decorrer da elaboração desta tese, a Profa. Dra Hanna Karen M. Antunes, que me acompanhou desde o início, e a Profa. Dra Patricia Rzezak, que me ajudou muito com os seus conhecimentos sobre a neuropsicologia.

Aos meus queridos amigos e colegas de trabalho Prof. Valter Antônio Rocha Viana (Clark Kent), Prof. Marcos Gonçalvez Santana (Marquim) e Profa. Rita Aurélia Boscolo (Ritinha), a nossa convivência pode ser definida como a verdadeira tradução de reostase, o que com certeza gerou uma troca muito rica.

Aos preciosos estagiários, Prof. Alan Herjes, Ft. Cristina Hitomi Yoshida, Prof. Danilo Aoiki, Ft. Tiago Coraini e, em especial, ao Prof. Noler Heyden Flausino (Fioti) que me acompanhou diretamente, e que sem as suas contribuições este estudo seria inviável.

A todos os amigos e colegas do CEPE, Alexandre, Aline, Ana Dâmaso, Andrea, Andressa, Aniella, Bruna, Caju, Camila, Camilete, Carol, Cibele, Cleide, Cley, Dani, Denis, Ernani, Fabiola, Fernanda, Fernando, Flavia, Franco, Gabi, Giselle, Heloisa, Ioná, Ismair, Ivan, Juliana, June, Kbeça, Luciana, Leana, Marcelo, Pati, Priscila, Ronaldo, Renata, Ricardo, Samantha, Sandra, Shirlei, Thiago, Valdir, Vermeio, Vlad, pois a troca de experiências, mesmo que informal, no dia a dia faz toda a diferença na realização de um estudo.

Às pessoas especiais que cuidam de todos nós, a Tia Candinha, a Fran e a Glorinha.

Aos colegas do CEMSA, a Adriana, os Alexandres, a Amanda, a Antônia, o Cauê, a Cristiane, a Paulinha, a Renata, o Silvio e, principalmente, o Leandro, por ter me auxiliado a decifrar os mistérios da estatística.

A todo o Departamento de Psicobiologia da UNIFESP, colegas, professores e em especial à Cristina, ao Júlio, à Mara, à Nereide e à Valéria.

Ao Paulo Zilhão, pela revisão da redação deste estudo e principalmente pelos bate-papos construtivos.

Às enfermeiras, Renatas, Débora e Ana, pela ajuda na coleta de sangue dos voluntários.

Ao médico Carlos André e a toda a sua equipe, pela sua avaliação clínica realizada nos voluntários deste estudo.

AGRADECIMENTO

Um especial agradecimento aos voluntários que fizeram parte desse projeto, pois eles foram os principais responsáveis pela concretização deste estudo.

Ao Café Marselhesa, bem como às suas funcionárias, pelo excelente atendimento aos voluntários deste estudo.

A todos do laboratório da AFIP, especialmente ao Aélio e ao Ivan.

À Dra. Ruth Ferreira Santos, que me auxiliou no início do protocolo, principalmente viabilizando a mensuração da viscosidade sangüínea.

À Dra. Lígia Lucchesi por ter viabilizado e me ensinado a realizar as coletas que envolveram o Potencial Evocado Ligado a Evento.

À Assessoria de Imprensa da UNIFESP, em especial à Stela Murgel, pela ajuda na divulgação deste estudo na mídia para a obtenção de voluntários.

E, obviamente, a quem jamais poderia faltar, aos meus Pais (Regina e Reynaldo) pelo seu apoio incondicional nesta louca e longa jornada, às minhas irmãs (Ana Paula e Simone), ao meu cunhado e irmãozão (Julio), ao meu paidrasto (Caio) pelo companheirismo, e, em especial, ao meu sobrinho Julinho, que nasceu no meio do projeto, quem, mesmo sem ter consciência disso, me trouxe muita alegria e forças para continuar em frente quando precisei. E, *the least but not the last,* a minha família de coração, Zete, Felipe (pseudo-filho) e Jade (afilhadinha) pelo seu grande apoio.

Gostaria de agradecer à Universidade Federal de São Paulo, bem como aos órgãos de fomento:

- Associação Fundo de Incentivo à Psicofarmacologia – AFIP;
- Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício – CEPE;
- Centro de Estudo Multidisciplinar em Sonolencia e Acidentes – CEMSA;
- CEPID/SONO-FAPESP (98/14303-3);
- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq;
- Fundação de Amparo a pesquisa do Estado de São Paulo- FAPESP (#2006/05211-6).

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA ..... **v**
AGRADECIMENTO ..... **vi**
LISTA DE TABELAS ..... **x**
LISTA DE ABREVIATURAS ..... **xi**
RESUMO ..... **xii**
1. INTRODUÇÃO **1**
1.1 Justificativa 1
1.2 Hipótese 2
1.3 Objetivo 2
1.3.1 Objetivos Específicos 2
2. REVISÃO DA LITERATURA **3**
2.1 O envelhecimento e as suas alterações fisiológicas 3
2.2 O envelhecimento e a cognição 3
2.3 Envelhecimento e transtornos do humor 5
2.4 Exercício físico 6
2.5 Exercício físico e saúde 7
2.6 O efeito do exercício físico na cognição 7
2.7 Mecanismos do efeito do exercício físico na cognição 11
3. MATERIAIS E MÉTODOS **13**
3.1 Procedimento ético 13
3.2 Recrutamento da amostra 13
3.3 Procedimento experimental 14
3.4 Procedimento Estatístico 25
4. RESULTADOS **26**
5. DISCUSSÃO **40**
6. CONCLUSÃO **46**
7. DIFICULDADES NA REALIZAÇÃO DO ESTUDO **47**
8. LIMITAÇÕES DO ESTUDO **48**
9. DIREÇÕES FUTURAS **49**
ANEXOS **50**
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS **60**
ABSTRACT **71**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Protocolo de Bruce modificado **16**

Tabela 2. Protocolo de Treinamento Combinado..... **24**

Tabela 3. Comparações entre os grupos quanto às variáveis descritivas **27**

Tabela 4. Dados do nível de escolaridade..... **27**

Tabela 5. Teste ergoespirometrico realizado por meio do protocolo de Bruce Modificado **28**

Tabela 6. Avaliação de 1 Repetição Máxima..... **29**

Tabela 7. Velocidade de Treinamento Aeróbio..... **30**

Tabela 8. Composição corporal **30**

Tabela 9. Avaliação neuropsicológica da função executiva..... **31**

Tabela 10. Avaliação neuropsicológica da função executiva..... **32**

Tabela 11. Avaliação neuropsicológica no teste da Lista de Palavras..... **33**

Tabela 12. Avaliação neuropsicológica no teste Pares Verbais Associados. **34**

Tabela 13. Avaliação neuropsicológica no teste da Figura Complexa. **35**

Tabela 14. Avaliação neurofisiológica no teste do Potencial Evocado Ligado a Evento **36**

Tabela 15. Avaliação do Humor..... **37**

Tabela 16. Avaliação da Qualidade de Vida **38**

Tabela 17. Análise Sangüínea..... **39**

1RM - Teste de uma repetição máxima

BDNF – Fator neurotrófico derivado do cérebro

bpm – batimentos por minuto

FCR – Freqüencia Cardiaca de Reserva

h - hora

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGF-1 – Fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1

IMC – Índice de Massa Corporal

kg- quilograma

m - metro

min – minuto

ml - mililitros

MEEM – Mini Exame do Estado Mental

POMS – Profile of Mood States

VAMS – Visual Analogues of Mood Scales

VO_2 – Consumo de Oxigênio

WAIS-R – Escala Wechsler de Inteligência para Adultos- Revisada

WMS-R - Escala Wechsler de Memória - Revisada

Entre as alterações inerentes ao envelhecimento pode-se observar o surgimento do declínio cognitivo. Contudo, uma vida saudável com a prática de exercícios físicos parece gerar um efeito protetor contra o declínio cognitivo nos idosos. Segundo a literatura, tanto os exercícios aeróbios quanto os resistidos, quando praticados isoladamente, parecem beneficiar a cognição. Contudo, ainda não foi descrito se a combinação de ambas as modalidades acarretaria o mesmo beneficio. O objetivo do presente estudo foi investigar os efeitos que o treinamento combinado traria para a função cognitiva de idosos saudáveis. Foram selecionados trinta e três idosos saudáveis que foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos: o Controle (N = 17) e o Combinado (N = 16). O grupo controle foi orientado a manter as suas atividades habituais, e o combinado participou de um programa de treinamento composto por exercícios físicos aeróbio e resistido, três vezes por semana, em dias alternados, por um período de seis meses. Os idosos, no início e ao final do protocolo, foram submetidos a avaliações físicas (ergoespirometria e teste de 1 Repetição Máxima - 1RM), cognitivas (por meio de medidas neuropsicológicas e neurofisiológicas), de humor, e de qualidade de vida, e também a análises sangüíneas (Fator de crescimento semelhante à insulina - IGF-1- e viscosidade do sangue). Os resultados demonstraram que nas avaliações físicas, tanto no consumo de oxigênio (p=0,01) quanto na 1RM (p=0,001), o grupo experimental, após o treinamento, apresentou uma diferença significativa em relação ao grupo controle. As variáveis relativas à composição corporal também tiveram diferenças significativas após a intervenção, ocorrendo uma diminuição da massa de gordura (p=0,016) e um aumento da massa livre de gordura (p=0,016). Além disso, no mesmo tipo de comparação, o grupo combinado, após um período de seis meses, apresentou um melhor desempenho nos seguintes testes: Figura Complexa de Rey e Taylor (p=0,01); Toulouse, no qual obtiveram um percentil maior na qualidade (p=0,045); Semelhanças (p=0,003); e Soma de todas das tentativas no teste de Pares Verbais Associados (p=0,043). Não foram observadas diferenças estatísticas nas demais análises. Desta forma, pode-se concluir que o treinamento físico combinado foi capaz de aumentar a força e a capacidade aeróbia de idosos saudáveis, tendo ocorrido também uma melhora na habilidade de abstração, no controle inibitório, na memória de curto prazo e na aprendizagem, independentemente dos níveis séricos de IGF-1 e da viscosidade sangüínea.

Palavras-Chave: Envelhecimento; Cognição; Educação Física e Treinamento; Viscosidade Sangüínea; Fator de Crescimento Similar à Insulina Tipo I.

1.INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo irreversível, dinâmico e progressivo, no qual ocorrem alterações morfo-funcionais, bioquímicas e psicológicas, acarretando em uma progressiva perda da capacidade de adaptação do indivíduo ao meio ambiente, e a uma maior vulnerabilidade e incidência dos processos patológicos. Também não é um fenômeno que ocorre subitamente, pois ele consiste em um acúmulo e a integração de diversos processos no decorrer da vida [1].

Entre as alterações referidas pode-se destacar o pior funcionamento cognitivo, principalmente quanto às habilidades de aprendizagem e de memória. Esta, por sua vez, parece ser a faculdade mental mais afetada devido ao envelhecimento, acarretando dificuldades no momento de elucidar uma questão, de resolver um problema ou até mesmo de verificar a veracidade de um conceito [2-5].

Com o aumento da idade ocorre também uma diminuição do número de pessoas que praticam exercícios físicos, o que provoca o decréscimo da capacidade física, o aumento da taxa de diabetes e o aparecimento das doenças cardíacas, podendo levar, até mesmo, ao aumento do risco de sofrer um enfarte [6-9].

Atualmente, existem evidências de que os idosos que se mantêm ativos ao longo da vida apresentam benefícios cognitivos [10]. Pois, uma vida saudável parece atuar como um mecanismo de defesa contra o envelhecimento cerebral [2,4,5], além de contribuir para a preservação das estruturas orgânicas e do bem-estar físico, implicando na diminuição do ritmo da degeneração psicofisiologica [3].

1.1. Justificativa

Existem muitas evidências que apontam que os exercícios aeróbios e os resistidos, isoladamente, são capazes de melhorar as funções cognitivas dos idosos. Tal melhora pode ser atribuída às mudanças relacionadas à estimulação neurotrófica e ao aumento da circulação sangüínea cerebral, além de melhorar a sua sociabilização e os aspectos relativos ao humor, como a diminuição do estresse, da depressão e da ansiedade.

Contudo, os efeitos dos exercícios aeróbios e resistidos são diferentes nos idosos, pois enquanto os primeiros, isoladamente, melhoram a capacidade aeróbia e previnem as doenças crônicas, os segundos aumentam a força muscular, prevenindo as quedas.

Então, é possível que o treinamento combinado, por associar os exercícios aeróbios e os resistidos, potencialize os benefícios físicos e cognitivos, proporcionados por ambos os exercícios.

1.2. Hipótese

A hipótese deste estudo foi que o treinamento combinado, com a duração de 24 semanas (seis meses), podia melhorar as funções cognitivas de idosos sedentários pelo aumento da atividade metabólica cerebral (refletida por uma medida periférica), que se reflete em um melhor desempenho nos testes cognitivos empregados.

1.3. Objetivo

- Averiguar os efeitos do treinamento combinado nas funções cognitivas de idosos saudáveis.

1.3.1. Objetivos Específicos

- Averiguar os efeitos do treinamento combinado na atenção, na função executiva, na memória de curto e longo prazo, e na capacidade de aprendizagem de idosos saudáveis.

- Avaliar os efeitos de um programa de treinamento combinado sobre a capacidade aeróbia e na força muscular de idosos saudáveis.

- Verificar os efeitos do treinamento combinado sobre o humor e a qualidade de vida dessa população.

- Examinar os efeitos do treinamento combinado sobre os níveis séricos do IGF-1 e viscosidade sangüínea.

2.1. O envelhecimento e as suas alterações fisiológicas

Segundo a Organização Mundial de Saúde [11], tem aumentado bastante o número de pessoas idosas desde a década de 50. No Brasil, em 2008, a população idosa correspondia a 6,53% da população total, porém estima-se que, em 2050, esta porcentagem alcançará a marca dos 22,71%. Em dados brutos, isto significa que na década de 80 havia mais de quatro milhões de pessoas acima de 65 anos e que, em 2008, já havia mais de 12 milhões. Estima-se que em 2050 o aumento seja ainda maior, atingindo quase 50 milhões de idosos, e isto só no Brasil [12].

Este crescimento no número de idosos parece ser o advento de um maior controle e do tratamento mais eficaz das doenças aliado aos avanços nos métodos de diagnóstico [13], os quais implicam na diminuição da mortalidade. Nota-se que houve um aumento na expectativa de vida do brasileiro, que em 1998 era de 69,66 anos e em 2008 passou para 72,86 [12].

O envelhecimento vem acompanhado de algumas alterações características, como a atrofia osteo-muscular e a diminuição da força na musculatura esquelética, as quais causam alterações na dinâmica dos movimentos, gerando uma locomoção mais lenta [3]. Também ocorre o enrijecimento dos vasos e válvulas cardíacas, os danos e a degeneração das cartilagens, a diminuição da estatura, da elasticidade dos ligamentos, da capacidade funcional dos órgãos dos sentidos, do número de neurônios, da velocidade de condução nervosa, da capacidade respiratória, da freqüência cardíaca, da capacidade do fluxo sangüíneo e do volume de ejeção sistólica, além do aumento do tecido adiposo e da viscosidade sangüínea [14-16] e, ainda, alterações hormonais [17-18] como a diminuição dos niveis séricos do IGF-1 [19].

2.2. O envelhecimento e a cognição

As funções cognitivas, que são a capacidade de processar adequadamente as informações e de programar o comportamento adaptativo dependem do processamento cortical, envolvem inúmeras funções, entre as quais a habilidade para resolver os problemas, memorizar informações e focar a atenção. Aquelas também estão relacionadas à capacidade de lidar, de forma criativa, com as situações complexas, transcendendo a situação imediata e antecipando a ação futura [21-21].

A memória é a aquisição, a formação, a conservação e a evocação de informações [22], podendo ela ser dividida de acordo com o tempo de retenção ou de acordo com o seu conteúdo (ou natureza).

Para a primeira, Atikinson e Shiffrin [23] em 1971, propuseram um modelo modal clássico, no qual o processo de informação ocorre em três níveis: a) registro sensorial modal especifico, que dura de frações de segundos; b) memória de curto prazo, que dura de minutos a horas, garantindo a continuidade do presente; c) memória de longo prazo, que dura de horas a anos, proporcionando o registro do passado e dos conhecimentos [24].

Quanto ao seu conteúdo, a memória pode ser subdividida em declarativa (ou explícita), a qual se pode expressar por palavras; não declarativa (ou implícita), que se refere à capacidade ou à habilidade motora ou sensorial, sendo díficil de expressar por meio de palavras; e em operacional, que permite o raciocínio e o planejamento do comportamento [22,24].

O processo mnemônico ocorre por meio de uma seqüência de etapas a seguir referidas. A aquisição permite a entrada de um evento nos sistemas neurais ligados à memória; a seleção permite a aquisição somente dos aspectos mais relevantes; a retenção permite que os aspectos selecionados fique disponiveis para ser lembrados; a consolidação memoriza o evento durante um tempo prolongado ou permanente; a evocação, permite o acesso às informações armazenadas; e o esquecimento, que é um processo normal da memória que permite a filtragem dos aspectos mais relevantes [24].

O processo pelo qual se faz a aquisição das novas informações, que serão posteriormente armazenadas na memória, é conhecido como aprendizagem [24].

As funções executivas referem-se a um conceito abrangente utilizado para descrever uma série de habilidades complexas, relacionadas a um comportamento orientado para uma meta [25]. As definições de funções executivas designam uma coleção de habilidades que, embora estejam relacionadas entre si, são distintas. As funções executivas, também se relacionam com a habilidade do indivíduo, de forma bem sucedida, realizar ações independentes, intencionais e auto-direcionadas.

As funções executivas incluem as capacidades de antecipação, de planejamento, de organização, de iniciação de planos de ações, de inibição de distratores e interferências, de auto-monitoramento do processo, de flexibilidade para alterar novas ações quando necessário, tudo isso pode ocorrer simultânea ou parcialmente ao mesmo tempo em que se mantém o processo e a meta numa memória de operacional ativa [21,26-27]. Pode-se notar que as funções executivas são um fenômeno multidimensional composto por uma série de habilidades cognitivas [28].

Com o envelhecimento ocorre uma diminuição nas funções cognitivas, como o declínio da memória e as dificuldades de aprendizagem, que é decorrente de alterações degenerativas no sistema nervoso central, como a diminuição da síntese dos neurotransmissores, as mudanças na estrutura dos neurônios e diminuição da perfusão, as quais resultam em necroses ou mortes neurais e na gradual perda do volume cerebral [2,4-5].

Alguns aspectos da cognição como a atenção, as memórias de curto e de longo prazo e o executivo central, parecem estar mais susceptiveis à senescência [29]. As

memórias mais afetadas parecem ser a memória operacional e as memórias explícitas [30-31]. As falhas na memória operacional implicam na diminuição da capacidade de realizar inferências e no aumento da vulnerabilidade atencional, dificultando a compreensão de textos [30], enquanto os processos baseados nas habilidades cristalizadas, como o conhecimento verbal e a compreensão, se mantêm ou até mesmo melhoram com a idade [32].

2.3. Envelhecimento e transtornos do humor

O envelhecimento implica não somente em alterações somáticas, mas também em mudanças psicossociais [3].

Os transtornos de humor são caracterizados por manifestações afetivas consideradas inadequadas em termos de intensidade, freqüência e duração [33]. Dessas manifestações, a mais comum é a depressão que, esta por sua vez, envolve uma complexa sintomatologia, incluindo sentimentos de tristeza, crises de choro, angústia, desesperança, baixa auto-estima, incapacidade de sentir prazer, idéias de culpa, ruína e desvalia, visões pessimistas do futuro, pensamentos recorrentes sobre a morte, isolamento social e perda de interesse, as quais podem ser acompanhados por alterações somáticas que incluem o sono, o apetite, a atividade psicomotora e a função sexual [34].

A depressão é muito comum entre os idosos e o seu diagnóstico pode ser dificil em função da sua apresentação e da freqüência variada, além da sua associação a outras doenças [35]. Ela também pode prejudicar a cognição, particularmente as funções executivas [36]. No entanto, ela pode ter consequências ainda mais graves, uma vez que as taxas de suicídio no idoso são mais elevadas do que nos adultos jovens [37]. Além do transtorno da depressão, podem-se observar também os sintomas depressivos, caracterizados por um estado de tristeza ou por alterações de humor, com duração menor e intensidade suaves, sendo que esses sintomas, quando leves, tendem a ser remitidos pela intervenção não-farmacológica [3].

Outro distúrbio do humor bastante comum nesta população é a ansiedade, a qual é um estado emocional transitório que envolve grandes conflitos psicológicos e sentimentos desagradáveis de preocupação, tensão, apreensão, angústia e sofrimento. Estes sentimentos ocorrem com freqüência na ausência de um perigo real [38], contudo os transtornos de ansiedade parece ser a doença mais prevalente entre os adultos mais velhos [39].

Os transtornos psiquiátricos têm um impacto inegável sobre o funcionamento cognitivo do indivíduo. Sabe-se que os sintomas de ansiedade estão associados à baixa capacidade de controle inibitório e de atenção dividida, sem que interfira sobre a

fluência verbal, sugerindo que a ansiedade está ligada a algumas habilidades executivas. Já a depressão isoladamente, não está relacionada a nenhuma dessas capacidades. Quando a depressão e a ansiedade estão atreladas, a capacidade inibitória parece ficar diminuida [40]. Ainda são necessários mais estudos uma vez que outro estudo apontou que nos idosos a depressão podia implicar em uma disfunção executiva [41].

Uma vez estabelecido o deficit cognitivo, mesmo que haja uma recuperação da depressão, os idosos ainda podem demonstrar alterações cognitivas [42]. As alterações cognitivas associadas à depressão, e que persistem apesar do tratamento do quadro desta enfermidade, sugerem a presença do risco de demência, especialmente a doença de Alzheimer [43].

2.4. Exercício físico

O exercício físico difere da atividade física por ter um planejamento prévio, ser estruturado e repetitivo, tendo como seu principal objetivo o acréscimo ou a manutenção da saúde e da aptidão física [44].

Para a melhoria do desempenho no exercício são necessários estímulos adequados, pelo que é importante que haja uma equilibrada combinação entre o seu volume (que é a duração ou o número de estímulos) e a sua intensidade (que é considerada geralmente pela porcentagem do desempenho individual máximo) [45].

Existem diversos tipos de exercícios físicos. Os aeróbios são exercícios sistemáticos destinados a aumentar o consumo de oxigênio e a melhorar o controle respiratório no músculo esquelético [15]. Já os resistidos são exercícios nos quais os participantes exercitam os músculos contra uma resistência externa, causando um aumento da síntese protéica que implica no aumento da força do indivíduo [46].

A combinação dessas duas modalidades em dias distintos é conhecida como treinamento combinado [47]. Já a sua associação em uma mesma sessão é denominado de treinamento concorrente [48].

Por último, o treinamento com múltiplos componentes, ou multimodal, é composto por diferentes tipos de atividades (exercícios aeróbios, resistidos, alongamento, ritmos, etc.) realizados em uma mesma sessão [49-50].

2.5. Exercício físico e saúde

Já está bem estabelecido, na literatura, que o exercício físico promove diversos benefícios para a saúde física e mental. Ele é de suma importância, pois não apenas diminui o risco de doenças e de óbitos, como também beneficia a saúde, a qualidade de vida e a independência dos indivíduos [51-54], prevenindo o desenvolvimento de diversas doenças crônicas (doenças cardiovasculares, diabetes, hipertensão e obesidade) [55], além de elevar a auto-estima, reduzir a depressão e a ansiedade, e melhorar as funções cognitivas [55-57].

Segundo um levantamento epidemiológico, realizado na cidade de São Paulo, apenas 31,3% da população está engajada em algum tipo de atividade física e dentro deste percentil apenas 36,4% realiza essas atividades físicas sob supervisão de um profissional qualificado [58].

Uma das populações que pode se beneficiar com a prática do exercício é a idosa, uma vez que com o envelhecimento surgem as perdas de diversas funções, entre elas, o aumento da pressão arterial, dos diabetes, do risco de sofrerem acidentes vasculares, dos índices de depressão e de ansiedade, além da diminuição das funções cognitivas [2, 6-8].

2.6. O efeito do exercício físico na cognição

O estudo transversal de Bixby e col.[59] verificou que, os idosos que praticaram exercício físico entre três e cinco anos, obtiveram uma melhora das suas funções cognitivas.

Em um recente estudo, que teve por objetivo verificar se o exercício físico reduzia o declínio cognitivo em idosos que relatavam ter problemas de memória, foram selecionados 138 indivíduos acima dos 50 anos, que não apresentavam demência, para participar de um programa de treinamento com a duração de seis meses, realizado nas suas residências. O programa consistiu na realização de qualquer tipo de exercício físico com uma duração de 50 minutos, três vezes por semana, para os que eram inicialmente sedentários, e um aumento de 50 minutos no treinamento dos indivíduos que já praticavam exercício físico. Foram realizadas avaliações de nível de atividade física e de rastreio cognitivo, no início e após 6, 12 e 18 meses. Os voluntários receberam por meio de ligações, e-mails e jornais, ao longo dos seis meses, incentivos para praticarem atividade física. Ao final, os autores concluíram que seis meses de exercício físico podiam promover uma melhora modesta na cognição, a qual perdurou até ao 18º mês [60].

Diversos estudos têm relatado que o exercício aeróbio pode estar relacionado a uma melhora na função cognitiva. Em uma meta-análise, realizada por Colcombe e Kramer [61] em 2003, os autores verificaram que o aumento na aptidão aeróbia estava associado a uma melhora nos processos cognitivos dos indivíduos. Para ressaltar os efeitos nos aspectos cognitivos, Kara e col. [4] realizaram um experimento envolvendo um programa de exercício físico aeróbio submáximo para o qual foram selecionadas 45 idosas saudáveis com idades entre os 60 aos 80 anos. As voluntárias realizaram exercícios físicos com predominância aeróbia por um período de quatro meses. Por meio de testes neuropsicológicos que avaliaram a aprendizagem, a atenção, a função executiva e as memórias de curto e longo prazo, e com testes de capacidade aeróbia, os autores puderam concluir que houve uma significativa melhora nas funções cognitivas em paralelo a um aumento da capacidade aeróbia.

Com uma bateria de testes neuropsicológicos, outro estudo verificou uma melhora significativa da atenção, da memória, da agilidade motora, além do humor, em 23 idosas saudáveis com uma média de idade de 64,37 $\pm$ 3,31 anos, submetidas a um programa de condicionamento aeróbio que consistia em uma caminhada três vezes por semana, com a duração de 60 minutos, além de exercícios de alongamento e flexibilidade articular, quando comparadas a um grupo de 17 idosas que não realizaram nenhuma atividade no mesmo período. Estes dados sugerem que, a participação em um programa de condicionamento físico aeróbio sistematizado, pode ser visto como uma alternativa não medicamentosa para a melhora cognitiva das idosas não demenciadas [62].

Não obstante, para outro estudo que tinha por objetivo avaliar a relação entre a capacidade aeróbia e o desempenho cognitivo, recrutaram-se 132 participantes entre os 24 e os 76 anos para participar de uma sessão aguda de exercícios físicos submáximo no cicloergômetro de membro inferior. Em seguida foram realizados testes de inteligência, memória verbal e velocidade de processamento de informações, tendo-se verificado que existia uma interação entre a velocidade de processamento, a idade e a capacidade aeróbia [63].

Em outro estudo, por meio de dois experimentos, Colcombe e col. [10] em 2004, demonstraram que o aumento na aptidão cardiovascular resultava em uma melhora das funções cognitivas. No primeiro experimento, 41 idosos realizaram um teste de aptidão cardiovascular. No segundo, 29 idosos foram distribuídos aleatoriamente em um grupo de treinamento aeróbio, e em outro que realizou apenas alongamentos por um período de seis meses. Tanto os indivíduos com alta aptidão do primeiro experimento como os treinados do segundo experimento obtiveram uma melhor ativação do circuito atencional do cérebro, tendo este sido avaliado pela ressonância magnética funcional.

Corroborando com os estudos mencionados, em outro experimento observou-se que havia um aumento do volume cerebral na região pré-frontal (área responsável pelo circuito atencional). O experimento, para o qual foram selecionados 59 idosos e 20 jovens, durou seis meses. Metade dos idosos realizou treinamento aeróbio enquanto a outra metade realizou exercícios de alongamento e de tonificação. Já os jovens não realizaram exercícios, pois eles serviam de controle para a realização do exame de

ressonância magnética. Após o período de treinamento foi observado também um aumento no volume tanto de massa cinzenta quanto branca, nos idosos que realizaram os exercícios aeróbios. Os maiores aumentos volumétricos ocorreram não somente na região pré-frontal, como também na temporal, incluindo as regiões do córtex [64].

Os exercícios físicos resistidos também parecem melhorar, ou pelo menos manter, a saúde física e mental dos idosos, pois, além de todos os benefícios advindos da sua prática, também promovem o aumento da densidade mineral óssea, da força e da massa muscular, possibilitando ao idoso uma maior autonomia e melhor qualidade de vida [65].

Os trabalhos que associam a cognição aos exercícios físicos resistidos são escassos, contudo, em um dos poucos trabalhos realizados para determinar os efeitos deste tipo de exercício físico no funcionamento cognitivo e no bem-estar psicológico de idosos, selecionaram-se 18 mulheres e 28 homens com uma média de idade de 73,2 anos, os quais foram distribuídos aleatoriamente em um grupo de treinamento e um de controle. Foi realizada uma bateria de testes neuropsicologicos uma semana antes e uma semana após oito semanas de treinamento. Os autores observaram a existência de melhoras no bem-estar psicológico, assim como nas tarefas de recordação livre e de reconhecimento no grupo que realizou o treinamento [65].

Quando se avaliou a memória operacional de 210 idosos de ambos os gêneros, os quais foram distribuídos aleatóriamente em um grupo controle e um outro que realizou um programa de treinamento resistido, não se observaram diferenças significativas quando se compararam os grupos. O treinamento consistiu na realização de exercícios, realizados no domicilio, por meio de videotapes e bandas elásticas, por um período de seis meses, três vezes por semana. Este estudo verificou também que intensidades altas de treinamento parecem estar relacionadas à obtenção de melhores resultados nos teste de memória [66].

Para demonstrar melhor os efeitos dos exercícios físicos sobre as funções cognitivas, alguns autores têm utilizado o potencial evocado, pois o componente P300 do potencial evocado ligado a um evento é particularmente afetado pela idade, permitindo uma avaliação neurobiológica básica da função cognitiva [67]. Normalmente são examinados a latência, que está relacionada à classificação da velocidade de processamento mental; e a amplitude, que é proporcional à quantidade de atenção dedicada à tarefa [67].

Com o propósito de avaliar o efeito do exercício físico resistido moderado e o do treinamento aeróbio na cognição, foram selecionados 36 idosos entre os 60 e os 85 anos, os quais foram distribuídos aleatoriamente em três grupos: controle sedentário, treinamento resistido e treinamento aeróbio. Os treinamentos tiveram a duração de nove semanas. Antes e após este período, com o intuito de se avaliar a função cognitiva, foi realizado o potencial evocado, além de testes para avaliar a aptidão física. Os autores puderam observar que, apesar de não haver diferenças significativas de aptidão física entre os dois grupos experimentais, os resultados sugeriram que o

treinamento resistido tinha um efeito de facilitação para o processamento da informação e para a cognição [68].

Cassilhas e col. [53] em 2007 realizaram um estudo com o objetivo de comparar o efeito das diferentes intensidades, moderada (50%) e alta (80%), do treinamento resistido nas funções cognitivas (atenção, função executiva e memórias de curto e longo prazo) de idosos após um período de 24 semanas de treinamento. Os resultados obtidos apontaram para uma melhora igualmente benéfica das funções cognitivas após a aplicação de ambas as intensidades, quando foram comparadas a um grupo controle.

Ressalte-se que o fato de um indivíduo realizar tipos de exercícios físicos diferentes, diversificando assim as suas atividades, parece estar positivamente relacionado com o seu desempenho cognitivo quando da realização de testes de velocidade de processamento e de flexibilidade mental [69].

Apesar de alguns estudos terem sido realizados utilizando o treinamento com múltiplos componentes, ainda não há um consenso sobre esta modalidade.

Nos primeiros estudos, relatados pela literatura, utilizando o treinamento com múltiplos componentes, não se observaram melhoras significativas, após um período de três e seis meses, em idosos de ambos os gêneros [70-71]. Num estudo subseqüente, Williams e Lord [72] em 1997 verificaram que idosas que treinaram por um período de um ano (com períodos de férias a cada três meses) melhoraram o tempo de reação e a memória de curto prazo, além da ansiedade e da força muscular. Já em um estudo recente, foi observado que os idosos com a doença de Parkinson, porém sem demência, que realizaram esse tipo de treinamento, quando comparados com os sedentários, melhoraram a capacidade de abstração e de flexibilidade mental, embora não tenha havido uma melhora na atenção [50].

A escassez de estudos com treinamento com múltiplos componentes também pode ser observada em relação ao treinamento combinado. Ainda não há um consenso em relação aos efeitos deste tipo de exercício sobre a cognição dos indivíduos saudáveis. Um estudo, realizado com o intuito de avaliar os efeitos do exercício físico combinado em idosos, selecionou 62 voluntários acima dos 65 anos para participar de um programa de exercício físico. Um grupo realizou exercícios aquáticos e treinamento resistido de alta intensidade, enquanto o outro realizou treinamento aeróbico também intenso e de flexibilidade. Ambos os grupos realizaram as diferentes modalidades em dias alternados, cinco vezes por semana durante cinco meses. Os resultados apontaram que ambos os grupos obtiveram uma melhora na qualidade de vida e uma diminuição na pontuação em uma escala de rastreio cognitivo, porém somente o grupo que também realizou exercícios resistidos obteve aumentos nas forças estática e dinâmica [73].

2.7. Mecanismos do efeito do exercício físico na cognição

Como relatado anteriormente, o exercício físico tem recebido uma atenção especial devido ao seu efeito protetor contra o declínio cognitivo [74]. No entanto, pouco se sabe a respeito dos mecanismos corticais que estão envolvidos com a melhora das funções cognitivas relacionadas ao exercício físico [10].

Alguns autores têm especulado que o exercício físico promove um aumento da atividade metabólica cerebral, o que faria com que a perda das funções cognitivas se desse de forma mais lenta [4,75].

Existem dois mecanismos básicos que têm sido sugeridos para explicar os efeitos dos exercícios físicos sobre as funções cognitivas. O primeiro denominado hipótese da circulação sangüínea cerebral, demonstra que o exercício induz ao aumento do fluxo de sangue cerebral, o segundo é a hipótese da estimulação neurotrófica.

Um método utilizado para comprovar a hipótese da circulação sangüínea cerebral é a realização de um exame para a verificação da viscosidade sangüínea, pois esta é uma medida da resistência intrínseca do fluxo sangüíneo nos vasos, sendo seus maiores determinantes a fração do volume dos glóbulos vermelhos (hematócrito), a viscosidade plasmática e a deformação e agregação das células vermelhas [76].

Parece haver uma correlação positiva entre a idade e a viscosidade sangüínea, pois o envelhecimento parece implicar em um aumento na viscosidade sangüínea [14]. O aumento da viscosidade sangüínea tem sido associado não somente à isquemia miocárdica [76] e aos déficits da circulação, mas também parece estar relacionado a presença dos déficits cognitivos [77]. Esta alteração parece ser atribuída principalmente a um aumento do hematócrito e a viscosidade do plasma, enquanto que a deformabilidade e a acumulação dos glóbulos vermelhos permanecem inalterados [78].

Existem evidências de que com o aumento da capacidade aeróbia há uma diminuição da viscosidade sangüínea [79]. Os estudos transversais e longitudinais disponíveis indicam que o sangue dos atletas de *endurance* é mais diluído, fator que tem sido relacionado com a uma expansão do volume plasmático como resultado do treinamento [80]. Em um estudo longitudinal foi verificada uma diminuição na viscosidade sangüínea de idosos que realizaram um treinamento aeróbio, por um período de seis meses, no limiar ventilatório 1 (este é caracterizado como um exercício físico moderado), sendo que esta diminuição foi acompanhada de uma melhora na desempenho cognitivo [81].

A influência do treinamento resistido ainda não está clara. El-Sayed [78] em 1998 sugeriu que o treinamento resistido também pode ser vantajoso, uma vez que a diminuição da viscosidade sangüínea implicaria em um maior fornecimento de oxigênio para os músculos, devido a uma menor resistência ao fluxo sangüíneo. Contudo, quando a viscosidade sangüínea foi mensurada, após o treinamento resistido de longo

prazo em duas intensidades diferentes, não se observaram diferenças significativas, embora tenha havido uma melhora significativa da cognição [53].

A segunda hipótese é a da estimulação neurotrófica. Segundo esta, os exercícios podem elevar os níveis do IGF-1 (fator de crescimento semelhante à insulina), do fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF), além de outros fatores de crescimento, estimulando assim a neurogênese, aumentando a resistência aos danos cerebrais e melhorando as funções cognitivas [53,63,82-85].

Com o envelhecimento ocorrem alterações nas concentrações séricas de diversos hormônios e nos fatores de crescimento, como no caso do IGF-1 que declina no decorrer desse período [19].

O IGF-1 desempenha um papel anabolizante e neuroprotetor, sendo altamente expresso no cérebro. Ele é essencial para o desenvolvimento cerebral normal, promovendo a projeção dos neurônios em crescimento, a sua arborização dendrítica e a sinptogênese. Essa substância garante a captação da glicose no tecido cerebral [86], e existe em abundância nas áreas responsáveis pela cognição, como o hipocampo e a região pré-frontal [29].

Cassilhas e col. [53] observaram um aumento dos níveis do IGF-1 em idosos que praticaram exercício resistido por um período de seis meses. Este aumento ocorreu em paralelo à melhora nas funções cognitivas nessa mesma população. Outro estudo também observou um aumento nos níveis do IGF-1 em idosos que realizaram treinamento aeróbio [87], pelo que parece haver uma correlação positiva entre o consumo de oxigênio e os níveis do IGF-1 [88].

3.1. Procedimento ético

Antes de iniciar qualquer procedimento, o estudo foi submetido à aprovação pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de São Paulo/ Hospital São Paulo - UNIFESP (#1338/06) (**Anexo 1**). Os voluntários receberam todas as informações sobre a participação no estudo, bem como a respeito das avaliações. Os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (**Anexo 2**), concordando em participar voluntariamente do estudo. Foram também esclarecidos os possíveis riscos e desconfortos, bem como eventuais benefícios. Além disto, foi explicitado que durante todo o estudo eles teriam acesso aos profissionais envolvidos para o esclarecimento de eventuais dúvidas, sendo garantida, sem prejuízos, a liberdade de retirada do termo de consentimento livre e esclarecido e da desistência do experimento a qualquer momento do trabalho. Explicou-se aos voluntários que haveria total sigilo sobre a identidade dos sujeitos, e que todos os resultados obtidos durante a pesquisa seriam analisados em conjunto com as informações dos demais voluntários, não sendo divulgada a identificação de nenhum deles. Os voluntários foram informados da atualização dos resultados que eram do conhecimento dos pesquisadores. Também se esclareceu que não haveria despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, assim como compensação financeira relacionada à sua participação.

Todo protocolo de pesquisa foi conduzido no Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício (CEPE), da Associação Fundo de Incentivo a Psicofarmacologia (AFIP).

3.2. Recrutamento da amostra

A amostra foi recrutada na cidade de São Paulo e Grande São Paulo pelo contato pessoal (distribuição de panfletos) e divulgação pela mídia (rádio e impressa). Inicialmente foi realizado um contato telefônico para a verificação de alguns critérios de inclusão e posteriormente, os voluntários passaram por uma entrevista que teve por finalidade o esclarecimento dos objetivos, a averiguação dos demais critérios de inclusão e dos procedimentos do protocolo, assim como a obtenção da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido de Participação em Pesquisa (**Anexo 2**).

Critérios de inclusão

Foram incluídos neste estudo apenas voluntários do gênero masculino, pois, em estudos com mulheres, houve um impacto diferente do exercício físico sobre a cognição, devido à influência positiva do estrógeno sobre aquelas [(89)].

Estes voluntários deveriam apresentar idade entre os 65 e os 80 anos, no entanto é importante ressaltar que o envelhecimento não é um fenômeno estático e sim um ponto culminante e um prolongamento de um processo contínuo, tornando-se

impossível estabelecer parâmetros universalmente aceitos. Contudo, como foi necessário estabelecer um ponto de corte, optou-se por idosos dessa faixa etária, pois apesar de em países em desenvolvimento o ponto de corte ser a partir dos 60 anos, é de suma importância a análise do contexto, uma vez que no meio urbano (como a cidade de São Paulo, onde o estudo foi realizado) existe um sistema mais eficiente de amparo social, além de uma maior autonomia da população, em relação aos que vivem no meio rural [(90)].

Uma vez que, segundo Caspersen e col., [(44)] o exercício físico é a realização de uma atividade física com um planejamento prévio, estruturado e repetitivo, foram incluidos, no presente estudo, somente indivíduos que não realizavam exercício físico à mais de um ano, caracterizando-se assim uma amostra de idosos sedentários.

Como o nível de escolaridade parece interferir no desempenho cognitivo [(91)], foram selecionados somente voluntários com um mínimo oito anos de escolaridade, isto é, pelo menos com o Ensino Fundamental completo. Estes voluntários foram também submetidos ao Mini Exame do Estado Mental, seguindo as recomendações de uso no Brasil [(91-92)], com o objetivo de incluir somente quem não apresentasse sinais cognitivos de demência (> 23 pontos).

Foram incluidos também os idosos que não eram usuários de drogas psicotrópicas e de antidepressivos, bem como os que não apresentavam nenhuma alteração no padrão de saúde esperada para a idade, conforme os dados verificados pelo exame clínico realizado por um geriatra, por meio do eletrocardiograma de repouso e de esforço e pelos exames laboratoriais (hemograma, glicemia, uréia, creatinina, albumina, transaminase glutâmico oxlacética, transaminase glutâmico piruvática, gama glutamil transpeptidase e antigénio prostático específico) previamente realizados, além da aceitação e da liberação do médico do CEPE- Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício.

3.3. Procedimento experimental

Foram selecionados 33 voluntários, distribuídos aleatoriamente por dois grupos: o Grupo Combinado (16 voluntários) e o Grupo Controle (17 voluntários). O grupo combinado participou de um programa de treinamento de 24 semanas, com três sessões semanais realizadas em dias alternados, com a duração média de 60 minutos, sendo que os treinos se alternavam a cada dia (um dia treino aeróbio, outro dia resistido e assim sucessivamente). Já o grupo controle continuou realizando as suas atividades de vida normais, sem participar de nenhum programa de treinamento físico. Após o término do estudo, o grupo controle teve a oportunidade de participar de um programa de treinamento físico com as mesmas características. No entanto, os resultados deste programa não fazem parte do objetivo do presente estudo.

Avaliações e Questionários

As avaliações e os questionários foram realizados, para todos os grupos, no início e ao final das 24 semanas de experimento.

Avaliações físicas

Antes de iniciarem o protocolo das avaliações físicas, todos os voluntários realizaram três sessões de adaptação aos treinamentos aeróbio e resistido. Esta adaptação consistiu na realização dos movimentos que seriam realizados durante a avaliação e o período de treinamento. A adaptação ao treinamento aeróbio é o momento em que o indivíduo aprende a caminhar sobre a esteira e a subir e a descer da mesma em segurança. Na adaptação ao treinamento resistido realiza-se uma série de 15 repetições a cada sessão, cujo objetivo é a aprendizagem do movimento, a fim de evitar futuras lesões.

Todas as avaliações físicas foram realizadas em dias distintos, com uma semana de intervalo entre as avaliações.

- **Avaliação ergoespirométrica**

Para a avaliação da capacidade aeróbia utilizou-se o protocolo de Bruce modificado (**Tabela 1**). Esta avaliação é utilizada para a determinação do consumo de oxigênio pico (VO_{2pico}). O teste consiste de dois estágios de 2,7 km/h a 0% e a 5%, seguidos do protocolo de Bruce padrão, este composto por estágios de três minutos e com incrementos de inclinação, sendo que os indivíduos se exercitam até à exaustão voluntária [93]. Para a realização desta avaliação foi utilizada uma esteira rolante da marca Life Fitness HR 9700, tendo as variáveis ventilatórias sido medidas por meio de um analisador de gases (COSMED modelo Quark PFT – *Pulmonary Function Testing* – FRC & DLCO, *Italy*) os quais foram coletados pelo método de respiração por respiração. Os dados foram analisados por meio de médias de 15 seg. O mais alto valor de VO_2 obtido durante os últimos 15 seg foi considerado como o VO_{2pico}. Esta avaliação foi repetida a cada 12 semanas, com o intuito de reajustar a velocidade de treinamento. Para avaliar a percepção de esforço utilizou-se a escala de Borg, que é dividida em 15 pontos, na qual os voluntários foram orientados a falar o número que melhor correspondia ao seu nível de esforço ao final da avaliação [94].

Tabela 1- Protocolo de Bruce modificado

Tempo	Km/h	Inclinação
3	2,7	0%
6	2,7	5%
9	2,7	10%
12	4	12%
15	5,5	14%
18	6,7	16%
21	8	18%
24	8,8	20%

Km/h- Quilomêtros por hora.

- **Teste de 1RM**

Para a obtenção da sobrecarga de treinamento, foram utilizadas as recomendações para o teste de 1RM propostas por Kraemer e col. [95] e Fleck [96]. O protocolo do teste de 1RM consistiu de um aquecimento por cinco minutos, em um cicloergômetro de perna, além de um pré-aquecimento realizado no próprio aparelho onde seria realizado o teste. Após o aquecimento, deu-se início à primeira tentativa do teste com incrementos crescentes da carga, até à obtenção da carga máxima em uma única repetição. As tentativas subseqüentes, no máximo de quatro, foram seguidas, tendo intervalos de três minutos entre elas. A todo o momento houve incentivo verbal por parte do avaliador. A avaliação, com o objetivo de ajustar a carga no grupo que realizou o treinamento combinado, repetiu-se a cada seis semanas de treinamento, sempre acompanhada pelo mesmo avaliador.

- **Composição Corporal**

A estatura foi medida pelo estadiômetro do fabricante Holtaim® e a massa corporal total pela balança da marca Tanita®. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado por intermédio da massa corporal total dividida pelo quadrado da altura [97]. A composição corporal total da amostra foi mensurada por intermédio da Pletismografia de corpo inteiro (*air displacement plethysmography*, BOD POD® *body composition system; Life Measurement Instruments*, Concord, CA), tendo-se seguido os critérios descritos no manual do equipamento, além do estudo de Fields e Hunter [98].

Avaliações Neuropsicológicas e Neurofisiológica

A sala de aplicação dos testes neuropsicológicos e neurofisiologicos possuía um ambiente silencioso e climatizado, com a temperatura de 22°C±2 e a umidade do ar em 55%±2. Todos os voluntários foram avaliados no período da manhã (entre as 8h e as 10h), sempre pelo mesmo avaliador. A avaliação e a reavaliação realizaram-se sempre no mesmo horário, com o objetivo de minimizar as variações circadianas.

Testes Neuropsicológicos

Os testes neuropsicológicos foram aplicados em uma sessão única, com a duração máxima de uma hora e meia.

Rastreio Cognitivo

- **Mini Exame do Estado Mental (MEEM).**

Este exame é dividido em cinco sub-testes (orientação, memória imediata, atenção e cálculo, evocação e linguagem) e é utilizado para a triagem dos sintomas clínicos de demência dos voluntários [92].

Atenção e Funções Executivas

- **Dígitos (Escala Wechsler de Inteligência para Adultos – Revisada - WAIS-R).**

Neste teste são avaliadas as capacidades de atenção concentrada e de controle mental aos estímulos áudio-verbais. As variáveis consideradas neste estudo foram o total da ordem direta e inversa, a amplitude da ordem direta e da inversa, e a diferença entre a ordem inversa e direta [99].

- **Blocos de Corsi (Escala Wechsler de Memória – Revisada - WMS-R).**

Neste teste são avaliadas as capacidades de atenção concentrada e de controle mental aos estímulos visuais. As variáveis consideradas neste estudo foram o total da ordem direta e inversa, a amplitude da ordem direta e da inversa, e a diferença entre a ordem inversa e direta [100].

- **Codigos (WAIS-R).**

Neste teste são mensuradas as capacidades de atenção concentrada e de velocidade de processamento. As variáveis consideradas neste estudo foram o número de tentativas, os acertos e os erros [99].

- **Teste de atenção concentrada de Toulouse-Pieron.**

Este teste verifica a atenção concentrada, a rapidez de reação e a exatidão ao executar uma tarefa simples, bem como a capacidade de discriminação e de localização de figuras-estímulo. As variáveis consideradas neste estudo foram a rapidez (caracterizada pelo número de acertos), a qualidade (caracterizada pelo número de erros), além dos seus respectivos percentis em relação a indivíduos acima dos 16 anos [101].

- **Geração aleatória de números**.

Este teste avalia a capacidade de gerar números aleatórios, sendo que quanto mais próximo ao índice de um, menor o grau de aleatoriedade dos números. Avalia desta forma, a capacidade de controle executivo dos indivíduos [102-104].

- **Semelhanças (WAIS-R)**.

Neste teste investiga-se a capacidade de abstração do avaliando, considerando-se a pontuação obtida pelo número de acertos do examinando [99].

- **Controle mental (WMS-R)**.

Neste teste obtém-se a medida da habilidade do controle e da manipulação mental de informações. Ele possui três atividades, em que na primeira o sujeito deve contar de um a 20 na ordem inversa, em seguida deve dizer as letras do alfabeto e, por fim, deve somar três a cada números até ao resultado de 40. As variáveis mensuradas são o tempo, o número de erros e a pontuação final [100].

Memória e Aprendizagem

- **Pares verbais associados (WMS-R).**

Trata-se de um teste de memória e de aprendizagem usando estímulos verbais em que são mostrados, por três tentativas, pares de palavras que o sujeito deve recordar. Estes pares podem conter o mesmo conteúdo semântico ou conteúdos semânticos diferentes. O teste consta com uma fase de evocação imediata (curto-prazo) e outra de evocação tardia (longo-prazo). As variáveis avaliadas foram a 1ª, 2ª e 3ª tentativas todas contendo palavras com e sem relação semântica, a somatória de todas as tentativas, uma tentativa tardia com e sem relação semântica e a somatória das tentativas tardias, além dos erros (intrusão, perseveração e repetição) [100].

- **Recordação livre de palavras.**

Este é um teste de memória usando estímulos verbais imediatos, em que são apresentadas 12 listas de palavras, seis delas contendo uma tríade de palavras com associação semântica. É possível avaliar, desta forma, três características da memória:

a primazia, a recência e a facilitação semântica. As variáveis avaliadas são a somatória, a cada três palavras, para as listas com e sem relação semântica, além da somatória de todas as palavras de cada lista e os erros (intrusão, perseveração e repetição) [105].

- **Teste da Figura Complexa – Rey-Osterreith e Taylor.**

Estes testes avaliam a capacidade da memória usando estimulo visual de curto e de longo prazo. Eles contêm uma fase de cópia da figura complexa, a evocação imediata e a tardia. As variáveis avaliadas são a cópia, a recuperação imediata e a tardia [106].

Para um maior detalhamento dos testes neuropsicológicos utilizados, ver o **anexo 3**.

Teste Neurofisiológico

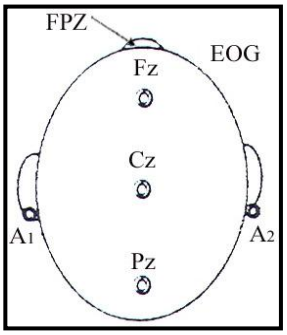
O teste neurofisiológico foi aplicado em sessão única e separada dos teses neuropsicológicos com a duração máxima de 30 minutos.

- ***ERP-P300 (event-related* potential ou potencial evocado relacionado a evento).**

Neste teste os eletrodos ativos são colocados nas posições frontal (FZ), central (CZ) e parietal (PZ), da linha mediana, de acordo com o sistema internacional 10-20. Os eletrodos de referência são colocados em A1 e A2 ligados entre si. O eletrodo “terra” é posicionado em FPZ. Também são colocados eletrodos acima da sobrancelha direita e no canto externo do olho esquerdo para controle do eletro-oculograma (EOG). Instruí-se o voluntário que fixe o olhar em um ponto localizado a dois metros a diante dele.

No presente estudo, o paradigma utilizado foi o “oddball”. Os estímulos auditivos foram realizados binauralmente, por meio de fones de ouvido com tons de 70 dB, tendo sido apresentados, de forma aleatória, em dois tons um de estímulo raro de 1500 Hz (com 20% de probabilidade de aparecimento) e outro de estímulo freqüente, de 800 Hz (com 80% de probabilidade). O intervalo entre os estímulos foi fixado em dois segundos. Foi pedido aos voluntários que, todas as vezes que escutassem um som raro, apertassem um botão com a sua mão dominante, o mais rápida e acuradamente possível. Obtiveram-se as médias de 30 registros de estímulos raros, livres de artefatos, decorrentes de movimentos oculares e musculares. Todos os procedimentos foram repetidos para permitir a replicação das ondas obtidas, e para facilitar a identificação dos componentes [107].Este teste permite uma avaliação neurobiológica básica das

funções cognitivas, avaliando-se a latência, que está relacionada à velocidade de processamento mental, e a amplitude, que está relacionada à quantidade de atenção dedicada à tarefa [67].



Modificado de Lucchesi [107], 2001

Avaliações de Escalas do Humor

- **Escala Geriátrica de Depressão – *Geriatric Depression Scale (GDS)*.**

Este instrumento é utilizado para a detecção de sintomas depressivos em pessoas idosas, oferecendo mensurações válidas e confiáveis para a avaliação de transtornos depressivos. Ele composto de 30 perguntas com duas possibilidades de resposta, o sim e o não [106].

- ***IDATE*.**

Este é um questionário de auto-avaliação que está dividido em duas partes, cada uma compostas de 20 afirmações, em que a primeira avalia a ansiedade-traço e a segunda a ansiedade-estado. Ao responder ao questionário, o indivíduo deve levar em consideração uma escala de quatro itens que variam de 1 a 4, sendo que ESTADO significa como ele se sente no “momento”, e TRAÇO como ele “geralmente se sente”. A pontuação de cada parte varia de 20 a 80 pontos e quanto mais baixo os pontos menor o grau de ansiedade [108-109].

- ***Profile of Mood States (POMS)*.**

Este teste consiste em uma lista com 65 adjetivos relacionados ao estado de humor, em que o avaliado, conforme as instruções, considerando uma escala de 0 a 4, deve anotar como se sente em relação a cada adjetivo. Este instrumento é proposto para avaliar o estado de humor dos indivíduos [106,110].

- ***Visual Analogues of Mood Scales (VAMS)*.**

É um teste formado por 16 escalas analógicas de 100 mm, formado por uma linha horizontal sobre a qual é marcada uma linha vertical, por intermédio do qual se avalia as alterações do humor [111-112].

Questionário de Qualidade de Vida

- ***SF-36 Pesquisa em Saúde – Medical Outcomes Study SF-36*.**

Este questionário tem o propósito de avaliar, de forma genérica, a qualidade de vida do indivíduo [113].

Avaliação Laboratorial

Análises Sangüíneas

Após um jejum noturno de 12 horas, uma amostra de sangue venoso pré-prandial foi coletada no período da manhã (entre 7h e 9h30min) para a realização das medidas, abaixo descritas.

- **IGF-I (*Insulin-like growth factor-1* ou Fator de crescimento semelhante à insulina).**

Para a análise quantitativa do IGF-1 sérico utilizou-se o kit para a quimioluminescência (IMMULITE 2000 IGF-1) da Siemens Medical Solution Diagnostics® (SIEMENS®).

- **Viscosidade Sangüínea.**

A Viscosidade Sangüínea foi mensurada com um viscosímetro (DV-III *Brookfield Engineering Labs*. Inc., *Soughton, MA, USA*), o qual consiste de um eixo com um sistema rotatório o que se é mergulhado num recipiente contendo a amostra sangüínea a ser medida. A resistência do fluido submetido a uma rotação de 30 RPM produz uma medida que é proporcional à sua viscosidade, sendo a leitura feita por intermédio de um mostrador digital [14].

Protocolo de Treinamento

Ambos os grupos foram orientados a manter a sua rotina de atividades habituais no período do protocolo.

O treinamento combinado teve a duração de 24 semanas, com três sessões semanais realizadas em dias alternados (todos os voluntários realizaram as 72 sessões de treinamento), com a duração aproximada de 60 minutos, sendo que os treinos se

alternavam a cada dia (um dia treino aeróbio, outro treino resistido, e assim sucessivamente). Todo o programa de treinamento foi elaborado segundo as recomendações do Colégio Americano de Medicina do Esporte [114]. de 2006. Todas as sessões foram precedidas por um aquecimento (cinco minutos) e, ao final do treinamento aeróbio, era realizada a volta à calma (cinco minutos). Já o grupo controle foi orientado a não participar dos programas de treinamento físico. Após a finalização do protocolo foi oferecido a este grupo um período de treinamento semelhante aos dos indivíduos que realizaram o treinamento.

- **Treinamento Aeróbio**

O treinamento aeróbio foi realizado em uma esteira da marca *LifeFitness® 9500HR.* A freqüência cardíaca, em função da linearidade que ela apresenta junto ao volume de oxigênio consumido, vem servindo de base para a prescrição de treinamento físico [115]. Para a determinação da velocidade de treinamento foi calculada a porcentagem da freqüência cardíaca reserva (FCR), tendo, durante todo o período de treino, a freqüência cardíaca sido monitorada com o freqüêncimetro da marca Polar® T-31. Esta metodologia da determinação da velocidade foi utilizada devido à sua praticidade, pois a mesma pode ser utilizada em diversos ambientes [115], o que facilita a replicação deste experimento.

O protocolo de treinamento aeróbio está na **Tabela 2**.

- **Treinamento resistido**:

Para a realização do treinamento resistido foram incluídos oito exercícios em aparelhos da marca *Technogym®*, modelo Selection, com a alternância de segmento e intervalos de um minuto e meio entre as séries.

Foi realizado treinamento para os membros superiores e inferiores nos seguintes aparelhos (e musculaturas):

- *"Chest Press"* ou Supino Horizontal: Peitoral maior e tríceps braquial;
- *"Leg press"* ou Extensão de Quadril e Joelhos: Musculatura das pernas (quadríceps, bíceps femoral, abdutores de quadril e glúteos).
- *"Vertical Traction"* ou Puxada por atrás: Musculatura das costas (latíssimo do dorso, rombóides e redondo maior e menor) e bíceps braquial;
- *"Leg Curl"* ou Flexão dos Joelhos: Bíceps femoral;
- *"Bíceps Curl"* ou Flexão de Cotovelo: Bíceps braquial;
- *"Abdominal Crunch"* ou Flexão de Tronco: Reto Abdominal;
- "Arm Extension" ou Extensão de Cotovelo: Tríceps braquial;
- "Lower Back" ou Extensão de Tronco: Musculatura lombar.

Todo o protocolo de treinamento resistido está na **Tabela 2.**

Tabela 2- Protocolo de Treinamento Combinado

	Treinamento Resistido		Treinamento Aeróbio	
Semanas	***Intensidade***	***Número de Séries / Repetições***	***Duração e Intensidade***	***Método do Treino***
1 e 2	50% 1 RM	3 série / 10 – 12 repetições	30': 50% FCR	Contínuo
3 e 4	50% 1 RM	3 série / 10 – 12 repetições	35': 50% FCR	Contínuo
5 e 6	55% 1 RM	3 série / 10 – 12 repetições	40': 50% FCR	Contínuo
7 e 8	55% 1 RM	3 série / 10 – 12 repetições	45': 50% FCR	Contínuo
9 e 10	60% 1 RM	3 série / 10 – 12 repetições	45': 55% FCR	Contínuo
11 e 12	60% 1 RM	3 série / 10 – 12 repetições	45': 60% FCR	Contínuo
13 e 16	70% 1 RM	3 séries / 8 - 12 repetições	45': 65% FCR	Contínuo
17 e 20	75% 1RM	3 séries / 8 - 12 repetições	45': 70% FCR	Contínuo
21 e 24	80% 1 RM	3 séries / 8 - 12 repetições	45': 75% FCR	Contínuo

Notas: FCR - Freqüência Cardíaca de Reserva.
1 RM - 1 Repetição Máxima.

Atividade do Grupo Controle

Solicitou-se a este grupo que mantivesse as suas atividades rotineiras normais e a não ingressasse em nenhum programa de exercícios físicos durante o período do estudo (seis meses). Após este período, informou-se que o mesmo participaria de um grupo de treinamento físico pelo mesmo período que o grupo experimental. Foram realizadas avaliações antes do início e ao final dos seis meses do experimento. Com o intuito de obter resultados fidedignos, o grupo controle também realizou três sessões de adaptação aos procedimentos experimentais antes do início das avaliações, com o objetivo de excluir o efeito da aprendizagem nos resultados da avaliação, além de reduzir os riscos de lesões.

3.4. Procedimento Estatístico

A normalidade dos dados foi verificada com o teste de Shapiro Wilk.

A estatística descritiva constou do cálculo da média e do desvio-padrão para todos os dados contínuos e semi-contínuos, com a distribuição normal e mediana e os percentis de 25 e de 75 para os dados com o mesmo nível de mensuração, porém sem a distribuição normal. Os dados categóricos foram representados em frequência absoluta e relativa. Para quantificar a variação entre os momentos basal e pós-intervenção, utilizou-se o delta, o qual consiste do cálculo do valor pós-intervenção menos o valor do momento basal (Delta= pós-intervenção – pré-intervenção).

Para comparação do delta entre os grupos quando a variável assumiu a distribuição normal, utilizou-se o teste t de *Student* para as amostras independentes. Os coeficientes de variação entre os grupos foram comparados por meio do teste de Levene e, quando necessário, foi utilizada a correção de *Welch*. Já para comparação do delta entre os grupos quando a variável assumiu uma distribuição não-normal, foi utilizado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney.

Já para a comparação entre os períodos, realizado para a medida da velocidade do treinamento, o qual apresentou distribuição normal, foi utilizado o teste t de Student para as amostras independentes.

Foi assumido valor de $\alpha \leq 5\%$ como estatisticamente significativo.

Para facilitar a visualização do nível de significância, utilizou-se a seguinte legenda: *: $p \leq 0,05$; **: $p \leq 0,01$; ***: $p \leq 0,001$.

Para as análises foi utilizado o software estatístico Statistica versão 7.0 (*StaSoft*, INC).

4. RESULTADOS

Dos 42 indivíduos recrutados inicialmente para o estudo nove não completaram o programa (cinco por motivos de doenças adquiridas após o inicio do estudo e quatro por desistência voluntária). Todos os voluntários realizaram todas as sessões de treinamento.

Não se observou nenhuma diferença significativa, entre os grupos, no período pré-intervenção nas variáveis de caracterização da amostra (**Tabela 3**) e nível de escolaridade (p=0,62) (**Tabela 4**), o que caracterizou ser a amostra homogênea.

A **Tabela 5** mostra os valores da avaliação ergoespirométrica realizada com o protocolo de Bruce modificado. Observou-se que, nas variáveis consumo de oxigênio absoluto e relativo (p<0,01), nas de tempo no teste e velocidade máxima percorrida (p<0,05), os valores do grupo combinado foram significativamente maiores em relação controle.

Nos valores dos testes de 1RM (**Tabela 6**), em todos os exercícios realizados observou-se, também, que o grupo combinado apresentou diferenças significativamente maiores em relação ao controle (p<0,001).

A **Tabela 7**, que mostra a velocidade média de treinamento aeróbio do grupo que realizou o treinamento combinado, indica que houve uma diferença significativa entre o período basal e após o treinamento (p=0,001)

Na avaliação da composição corporal (**Tabela 8**) a oscilação da massa corporal e do índice de massa corporal não diferiu entre os grupos, contudo o grupo combinado teve uma maior diferença do que o controle para as variáveis massa livre de gordura, massa de gordura e densidade (p<0,05)

Os resultados dos testes neuropsicológicos podem ser observados nas Tabelas 8 a 12. O grupo combinado diferiu do controle no Toulouse-Pieron, no qual obteve um maior percentil em relação ao número de omissões (p=0,045) (**Tabela 9**) e no teste de semelhanças (p=0,003) (**Tabela 10**), não tendo havido, para as demais variáveis diferenças significativas (p>0,05).

A **Tabela 11** mostra os resultados no teste de Lista de Palavras, não havendo diferença significativa entre as variáveis

A avaliação do teste Pares Verbais Associados também não teve diferenças significativas entre os grupos após o período de intervenção (**Tabela 12**).

A **Tabela 13** apresenta os dados referentes ao teste de Figura Complexa, no qual se observaram diferenças significativas na variável copia, sendo que o grupo combinado obteve um melhor desempenho do que o controle. As demais variáveis não tiveram diferenças.

Houveram diferenças significativas entre os grupos na avaliação neurofisiológica realizada por meio do Potencial Evocado Ligado a Evento (**Tabela 14**).

As variáveis relativas ao humor (**Tabela 15**) e à qualidade de vida (analizada pelo teste SF-36) (**Tabela 16**) também não tiveram diferenças significativas entre os grupos.

As variáveis sangüíneas (**Tabela 17**) não tiveram diferenças significativas entre os grupos em relação à viscosidade sangüínea e ao IGF-1 (p>0,05).

Tabela 3 – Comparações entre os grupos quanto às variáveis descritivas

Variáveis	Controle (n=17)	Combinado (n=16)	p
Idade (anos)	69 (67-70)	67 (65-72)	0,428
Massa (Kg)	73,41±11,67	72,63±11,61	0,848
Estatura (m)	1,70±0,06	1,71±0,05	0,525
IMC (Kg/M²)	25,39±2,93	24,81±3,28	0,596
MEEM	28 (26 -29)	28,00 (27-29)	0,377

MEEM- Mini Exame do Estado Mental
Dados representados em: média ± desvio-padrão ou mediana (percentil25 – percentil75)

Tabela 4 – Dados do nível de escolaridade

Escolaridade	Controle		Combinado	
	n	%	n	%
Ensino Fundamental	1	5,88	3	18,75
Ensino Médio	6	35,29	4	25,00
Ensino Técnico	4	23,53	3	18,75
Ensino Superior	4	23,53	6	37,50
Pós-Graduação	2	11,76	0	0,00
Total	17	100	16	100

Distribuição da freqüência referente ao nível de escolaridade
n- número de voluntários

Tabela 5 – Teste ergoespirometrico realizado por meio do protocolo de Bruce Modificado

	Variáveis	Controle (n=17)			Combinado(n=16)			P
		Basal	6 meses	Delta	Basal	6 meses	Delta	
Teste ergoespirometrico	VO_2 pico ($ml.min^{-1}$)	2148,06±465,58	2120,41±434,76	-27,65	2183,81±408,95	2374,13±445,69	190,31	0,004**
	VO_2 pico ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$)	29,27±4,52	28,73±4,29	-0,54	30,35±5,53	32,88±5,77	2,53	0,006**
	Tempo (min)	15,00 (15,00-16,50)	16,00 (15,00-16,75)	0,00	16,60 (15,00-17,15)	18,00 (16,30-19,00)	1,05	0,015*
	Velocidade (Km/h)	5,50 (5,50-6,70)	6,70 (5,50-6,70)	0,00	6,70 (5,50-6,70)	6,70 (6,70-7,35)	0,60	0,032*
	Inclinação (%)	14,00 (14,00-16,00)	16,00 (14,00-16,00)	0,00	16,00 (14,00-16,00)	16,00 (16,00-17,00)	1,00	0,061
	Freqüência Cardíaca Máxima (bpm)	147,35±17,62	147,41±11,93	0,06	152,56±14,41	154,63±15,32	2,06	0,678
	Escala de Borg	15,00 (15,00-17,00)	15,00 (15,00-17,00)	0,00	15,00 (13,00-16,00)	15,00 (15,00-18,50)	0,00	0,054

Dados representados em média ± desvio-padrão e média delta ou mediana (percentil25 – percentil75) e mediana delta.

Tabela 6 – Avaliação de 1 Repetição Máxima

	Variáveis	Controle (n=17)			Combinado(n=16)			P
		Basal	6 meses	Delta	Basal	6 meses	Delta	
1RM (Libras)	*Chest Press*	102,94±18,46	103,24±20,23	0,29	89,69±19,01	105,94±23,96	16,25	<0,001***
	Leg Press	257,65±66,29	256,47±72,19	-1,18	233,75±75,09	303,75±84,29	70,00	<0,001***
	Vertical Traction	150,59±24,93	147,94±29,00	-2,65	152,50±26,39	172,50±30,66	20,00	<0,001***
	Leg Curl	95,88±15,02	90,29±19,08	-5,59	103,13±24,82	122,81±24,49	19,69	<0,001***
	Biceps Curl	55,00 (45,00-60,00)	50,00 (40,00-55,00)	-5,00	45,00 (35,00-55,00)	65,00 (45,00-70,00)	15,00	<0,001***
	Abdominal Crunch	66,76±15,30	66,47±15,49	-0,29	69,69±18,57	88,44±22,34	18,75	<0,001***
	Arm Extention	100,00 (85,00-110,00)	100,00 (80,00-115,00)	0,00	82,50 (67,50-112,50)	122,50 (92,50-140,00)	27,50	<0,001***
	Lower Back†	102,06±18,80	97,35±22,78	-4,71	103,13±20,65	120,00±28,81	16,88	<0,001***
	Soma de todas	929,12±144,09	910,88±159,90	-18,24	889,06±204,66	1095,62±231,08	206,56	<0,001***

Dados representados em média ± desvio-padrão e média delta ou mediana (percentil25 – percentil75) e mediana delta.
† foi utilizada a correção de Welch.

Tabela 7 - Velocidade de Treinamento Aeróbio

Variável	Combinado (N=16)		
	Basal	6 meses	Delta
Velocidade de treinamento	5,49±0,73	6,88±0,74	<0,001***

Test t para amostras dependentes
Dados representados em média ± desvio-padrão ou mediana (percentil25 – percentil75)

Tabela 8 – Composição corporal

Variáveis		Controle (N=17)			Combinado (N=16)			P
		Basal	6 meses	Delta	Basal	6 meses	Delta	
Composição corporal	Massa Corporal (Kg)†	73,41±11,67	73,80±11,47	0,39	72,63±11,61	72,75±11,13	0,13	0,604
	IMC (kg/m^2)†	25,39±2,93	25,54±2,89	0,14	24,81±3,28	24,86±3,12	0,05	0,594
	Massa Livre de Gordura (%)	76,04±6,18	73,32±7,17	-2,72	73,22±6,82	74,33±5,76	1,11	0,016*
	Massa de Gordura (%)	23,96±6,18	26,66±7,16	2,70	26,77±6,82	25,67±5,76	-1,11	0,016*

IMC- Índice de Massa Corporal
Dados representados em média ± desvio-padrão e média delta ou mediana (percentil25 – percentil75) e mediana delta.
† foi utilizada a correção de Welch.

Tabela 9 – Avaliação neuropsicológica da função executiva

	Variáveis	Controle (n=17)			Combinado(n=16)			P
		Basal	6 meses	Delta	Basal	6 meses	Delta	
Dígitos	Ordem Direta	5,00 (4,00-6,00)	5,00 (4,00-6,00)	0,00	7,00 (5,00-7,00)	6,00 (4,50-7,00)	0,00	0,528
	Amplitude da Ordem Direta	5,00 (4,00-5,00)	5,00 (4,00-6,00)	0,00	6,00 (5,00-6,00)	6,00 (4,00-6,00)	0,00	0,249
	Ordem Inversa	4,41±1,06	4,47±1,01	0,06	5,13±1,82	5,38±1,20	0,25	0,757
	Amplitude da Ordem Inversa	4,00 (3,00-4,00)	3,00 (3,00-4,00)	0,00	4,00 (3,00-4,50)	6,00 (4,50-6,00)	0,00	0,358
	Diferença (ordem inversa-ordem direta)	-0,88±2,00	-0,94±1,89	-0,06	-1,06±2,11	-0,63±1,41	0,44	0,531
	Média	4,85±1,09	4,94±1,14	0,09	5,66±1,42	5,69±1,35	0,03	0,875
	Soma	9,71±2,17	9,88±2,29	0,18	11,31±2,85	11,38±2,70	0,06	0,875
Blocos de Corsi	Ordem Direta	5,00 (5,00-6,00)	6,00 (5,00-6,00)	0,00	5,00 (4,50-6,00)	6,00 (5,00-6,50)	1,00	0,331
	Amplitude da Ordem Direta	5,00 (5,00-6,00)	6,00 (5,00-6,00)	0,00	5,00 (5,00-6,00)	5,50 (5,00-6,00)	0,00	0,552
	Ordem Inversa	7,00 (6,00-8,00)	6,00 (5,00-7,00)	0,00	7,00 (6,50-8,00)	8,00 (7,00-8,00)	0,50	0,349
	Amplitude da Ordem Inversa	5,00 (4,00-6,00)	5,00 (4,00-5,00)	0,00	5,00 (5,00-5,00)	5,00 (5,00-5,50)	0,00	0,439
	Diferença (ordem inversa-ordem direta)	1,65±1,73	0,94±1,78	-0,71	1,75±2,21	1,69±2,60	-0,06	0,546
	Média	6,00±1,26	5,94±1,26	-0,06	6,00±1,30	6,59±1,27	0,59	0,183
	Soma	12,00±2,52	11,88±2,52	-0,02	12,00±2,61	13,19±2,54	1,19	0,183
Códigos	Tentativas	36,12±7,19	37,82±6,96	1,71	37,13±11,37	39,63±11,87	2,50	0,668
	Acertos	35,76±7,09	37,47±6,85	1,71	37,06±11,39	39,44±12,12	2,38	0,722
	Erros	0,00 (0,00-0,00)	0,00 (0,00-0,00)	0,00	0,00 (0,00-0,00)	0,00 (0,00-0,00)	0,00	0,971
Toulouse	Rapidez	105,76±30,16	105,82±31,14	0,06	93,19±33,09	103,38±40,58	10,19	0,111
	Qualidade	9,47±12,37	8,71±9,03	-0,76	9,19±8,58	6,31±6,17	-2,88	0,355
	Percentil de Rapidez	35,00 (20,00-60,00)	35,00 (21,00-50,00)	0,00	25,00 (14,00-48,50)	40,00 (10,00-60,00)	1,00	0,242
	Percentil da Qualidade	45,94±32,45	42,35±28,57	-1,12	36,75±25,21	52,19±33,81	15,44	0,045*

Dados representados em média ± desvio-padrão e média delta ou mediana (percentil25 – percentil75) e mediana delta.
† foi utilizada a correção de Welch.

Tabela 10– Avaliação neuropsicológica da função executiva

Variáveis		Controle (n=17)			Combinado(n=16)			P
		Basal	6 meses	Delta	Basal	6 meses	Delta	
Geração Aleatória de Números	Valor	0,37±0,08	0,33±0,05	-0,07	0,37±0,05	0,35±0,05	-0,02	0,532
	Intrusões	0,00 (0,00-0,00)	0,00 (0,00-3,00)	0,00	0,00 (0,00-1,00)	0,00 (0,00-0,00)	0,00	0,460
	Omissões	39,00 (26,00-64,00)	37,00 (22,00-52,00)	-3,00	40,50 (21,00-59,50)	29,50 (7,50-47,50)	-9,00	0,653
	Tempo	139,00 (126,00-175,00)	137,00 (122,00-159,00)	0,00	137,00 (119,00-157,50)	129,50 (113,00-148,50)	-5,50	0,885
Semelhanças R		18,00 (13,00-20,00)	18,00 (10,00-19,00)	-2,00	15,00 (11,50-20,50)	19,00 (15,50-21,50)	0,50	0,003**
Controle Mental 3 em 3	Tempo (min.)†	17,06±4,62	16,18±3,88	-0,88	16,56±6,33	13,69±5,26	-2,88	0,107
	Erros	0,00 (0,00-0,00)	0,00 (0,00-0,00)	0,00	0,00 (0,00-2,50)	0,00 (0,00-2,00)	0,00	0,797
	Escore	2,00 (2,00-2,00)	2,00 (2,00-2,00)	0,00	2,00 (0,00-2,00)	2,00 (0,50-2,00)	0,00	0,334

Dados representados em média ± desvio-padrão e média delta ou mediana (percentil25 – percentil75) e mediana delta. † foi utilizada a correção de Welch.

Tabela 11 – Avaliação neuropsicológica no teste da Lista de Palavras

	Variáveis	Controle (n=17)			Combinado (n=16)			P
		Basal	6 meses	Delta	Basal	6 meses	Delta	
Lista de Palavras	Soma da Lista Impares 1 2 3	4,29±2,64	4,06±2,44	-0,24	4,13±2,19	4,25±2,38	0,13	0,645
	Soma da Lista Impares 4 5 6	1,00±1,06	0,71±0,77	-0,29	0,75±1,18	0,88±1,20	0,13	0,446
	Soma da Lista Impares 7 8 9	1,47±1,28	1,71±1,76	0,24	1,69±1,30	1,94±1,65	0,25	0,982
	Soma da Lista Impares 10 11 12	3,18±2,01	3,76±2,36	0,59	4,06±1,44	4,13±1,86	0,06	0,499
	Soma da Lista Impares 13 14 15	12,00 (9,00-14,00)	12,00 (10,00-13,00)	0,00	12,00 (11,00-13,00)	12,50 (11,00-14,00)	0,00	0,666
	Soma da Lista Pares 1 2 3	4,29±3,00	2,71±2,26	-1,59	3,31±2,15	2,81±1,76	-0,50	0,214
	Soma da Lista Pares 4 5 6	1,00 (1,00-1,00)	1,00 (0,00-2,00)	0,00	1,00 (0,50-2,00)	0,00 (0,00-1,50)	-1,00	0,171
	Soma da Lista Pares 7 8 9	6,65±4,20	6,18±2,92	-0,47	7,44±4,99	8,25±2,96	0,81	0,384
	Soma da Lista Pares 10 11 12	3,24±1,79	2,76±2,46	-0,47	3,13±1,82	3,88±2,31	0,75	0,141
	Soma da Lista Pares 13 14 15	9,00 (7,00-11,00)	10,00 (8,00-13,00)	1,00	10,00 (9,00-12,00)	11,00 (10,00-12,00)	1,00	0,928
	Soma da Lista Impares	21,00 (18,00-25,00)	21,00 (20,00-23,00)	2,00	22,50 (21,00-24,50)	24,50 (21,00-25,50)	0,50	0,601
	Soma da Lista Par	24,71±5,54	22,71±4,95	-2,00	25,56±5,15	27,06±3,99	1,50	0,105
	Intrusão	2,76±2,68	3,12±2,50	0,35	2,38±3,07	1,44±1,97	-0,94	0,156
	Repetição	2,94±3,25	2,47±3,64	-0,47	2,31±3,28	1,31±1,49	-1,00	0,664
	Perseveração	3,12±2,47	2,41±2,85	-0,71	3,75±3,00	2,31±1,96	-1,44	0,503

Dados representados em média ± desvio-padrão e média delta ou mediana (percentil25 – percentil75) e mediana delta.

Tabela 12 – Avaliação neuropsicológica no teste Pares Verbais Associados

	Variáveis	Controle (n=17)			Combinado (n=16)			p
		Basal	6 meses	Delta	Basal	6 meses	Delta	
Pares verbais associados	1ª Tentativa Fácil	1,24±1,20	0,82±1,01	-0,41	1,63±0,89	1,81±1,38	0,19	0,235
	1ª Tentativa Difícil	0,00 (0,00-1,00)	0,00 (0,00-1,00)	0,00	0,00 (0,00-1,00)	0,00 (0,00-1,00)	0,00	0,377
	2ª Tentativa Fácil	2,35±1,11	2,06±0,90	-0,29	2,75±1,00	2,75±1,24	0,00	0,471
	2ª Tentativa Difícil	0,00 (0,00-1,00)	0,00 (0,00-1,00)	0,00	0,00 (0,00-1,00)	1,00 (0,00-1,50)	0,00	0,221
	3ª Tentativa Fácil	2,71±0,99	2,65±1,11	-0,06	3,13±0,96	3,19±0,91	0,06	0,793
	3ª Tentativa Difícil	1,00 (0,00-2,00)	1,00 (0,00-1,00)	0,00	1,00 (0,00-2,00)	1,50 (0,50-3,00)	1,00	0,062
	Soma de todas as tentativas	8,59±4,37	7,13±4,53	-1,56	9,50±3,39	10,75±5,48	1,25	0,043*
	Recuperação Tardia Fácil	2,53±1,12	2,35±1,06	-0,18	3,00±1,10	2,75±1,34	-0,25	0,849
	Recuperação Tardia Difícil	0,76±0,90	0,76±1,20	0,00	0,63±0,89	1,13±0,96	0,50	0,227
	Soma da Recuperação Tardia	3,29±1,79	3,12±2,00	-0,18	3,63±1,67	3,88±2,16	0,25	0,541
	Perseveração	0,71±0,92	4,53±3,78	0,00	0,63±1,09	2,69±1,62	0,00	0,900
	Repetição	0,00 (0,00-1,00)	0,00 (0,00-0,00)	0,00	0,00 (0,00-0,50)	0,00 (0,00-0,00)	0,00	0,614
	Intrusão	3,00 (1,00-6,00)	0,00 (0,00-1,00)	0,35	3,00 (2,00-4,00)	0,00 (0,00-1,00)	-0,50	0,384

Dados representados em média ± desvio-padrão e média delta ou mediana (percentil25 – percentil75) e mediana delta.

Tabela 13 – Avaliação neuropsicológica no teste da Figura Complexa.

Variáveis		Controle (n=17)			Combinado (n=16)			p
		Basal	6 meses	Delta	Basal	6 meses	Delta	
Figura Complexa	Copia	33,47±2,03	32,06±3,23	-1,41	30,84±4,86	32,13±3,98	1,28	0,010*
	Recuperação Imediata	18,88±6,83	24,91±7,35	6,03	14,88±6,70	20,50±6,09	5,63	0,830
	Recuperação Tardia	20,00 (11,50-23,00)	21,00 (17,00-29,00)	4,50	15,25 (12,50-20,00)	21,75 (17,25-26,50)	6,75	0,288

Dados representados em média ± desvio-padrão e média delta ou mediana (percentil25 – percentil75) e mediana delta.

Tabela 14 – Avaliação neurofisiológica no teste do Potencial Evocado Ligado a Evento

Variáveis			Controle (n=17)			Combinado (n=16)			p
			Basal	6 meses	Delta	Basal	6 meses	Delta	
Potencial Evocado	Estímulos Raros	N100	100,00 (92,00-108,00)	96,00 (88,00-102,00)	-4,00	98,00 (87,00-108,00)	92,00 (89,00-98,00)	-2,00	1,000
		P200	170,00 (166,00-178,00)	172,00 (164,00-186,00)	4,00	171,00 (164,00-195,00)	175,00 (166,00-187,00)	-2,00	0,195
		N200	246,00 (228,00-272,00)	238,00 (212,00-268,00)	-4,00	235,00 (208,00-254,00)	236,00 (215,00-255,00)	1,00	0,397
		P300	373,06±38,19	349,41±30,95	-23,65	367,88±37,85	348,63±35,45	-19,25	0,564
	Estímulos Freqüentes	N100	98,00 (88,00-104,00)	92,00 (84,00-98,00)	-6,00	94,00 (87,00-100,00)	93,00 (88,00-103,00)	0,00	0,094
		P200	204,24±27,94	198,59±30,66	-5,65	191,25±26,74	199,50±39,26	8,25	0,336
	Amplitude dos Estímulos Raros	N100-P200	11,11±5,57	12,66±5,69	1,55	13,03±7,63	12,59±6,39	-0,44	0,377
		P200-N200	7,22±4,61	8,94±4,97	1,72	9,74±7,13	10,60±6,22	0,86	0,668
		N200-P300	9,10 (6,10-15,30)	12,00 (8,50-14,00)	-0,10	13,55 (9,05-17,80)	14,00 (10,70-17,50)	-1,65	0,368
	Amplitude dos Estímulos Freqüentes	N100-P200	16,61±7,28	16,50±5,86	-0,11	15,01±6,80	18,20±6,29	3,19	0,260

Dados representados em média ± desvio-padrão e média delta ou mediana (percentil25 – percentil75) e mediana delta.

Tabela 15 – Avaliação do Humor

Variáveis		Controle (n=17)			Combinado (n=16)			p
		Basal	6 meses	Delta	Basal	6 meses	Delta	
VAMS	Ansiedade	39,92±13,74	47,58±14,20	7,66	37,66±11,84	45,97±10,14	8,31	0,877
	Sedação Física	39,58±10,06	44,29±8,06	4,71	36,18±8,42	40,61±8,31	4,42	0,922
	Sedação Mental	41,73±12,39	44,09±10,45	2,35	39,39±10,51	44,04±10,30	4,65	0,550
	Outros	39,67 (36,99-49,88)	46,41 (43,69-51,87)	0,47	47,76 (38,28-50,06)	48,34 (41,80-52,32)	0,48	0,387
EGD		6,00±4,36	4,53±3,37	-1,47	4,88±2,96	3,13±2,00	-1,75	0,717
IDATE	Estado	33,12±5,97	31,00±7,77	-2,12	34,69±6,23	32,50±7,19	-2,19	0,964
	Traço	38,12±6,96	34,59±7,21	-3,53	36,00±6,45	31,60±4,93	-3,60	0,972
POMS	Tensão e Ansiedade	3,71±5,35	2,18±3,50	-1,53	2,75±3,55	3,69±4,03	0,94	0,180
	Depressão	5,24±5,19	1,53±3,52	-3,71	3,06±3,53	3,25±4,14	0,19	0,069
	Raiva e Hostilidade	4,29±6,83	3,29±2,85	-1,00	4,19±3,35	4,56±4,43	0,37	0,443
	Vigor	21,76±4,82	20,94±3,82	-0,82	20,50±4,69	20,19±3,54	-0,31	0,748
	Fadiga	3,94±3,85	3,76±2,44	-0,18	2,13±2,80	4,44±3,22	2,31	0,056
	Confusão Mental	1,06±3,78	0,18±2,98	-0,88	0,13±2,36	0,75±2,89	0,63	0,296
	Total de humor	-3,53±23,22	-8,59±11,20	-5,06	-8,25±13,25	-3,50±16,70	4,75	0,143

Dados representados em média ± desvio-padrão e média delta ou mediana (percentil25 – percentil75) e mediana delta.

Tabela 16 – Avaliação da Qualidade de Vida

	Variáveis	Controle (N=17)			Combinado (N=16)			
		Basal	6 Meses	Delta	Basal	6 Meses	Delta	p
SF- 36	Capacidade funcional	92,35±9,54	92,06±8,11	-0,29	94,38±6,55	95,94±4,91	1,56	0,458
	Limitação por aspectos físicos	100,00 (100,00-100,00)	100,00 (100,00-100,00)	0,00	100,00 (87,50-100,00)	100,00 (75,00-100,00)	0,00	0,692
	Dor	79,71±17,84	79,00±17,26	-0,71	88,88±17,73	88,75±18,73	-0,13	0,948
	Estado geral de saúde	78,53±15,69	82,82±13,67	4,29	84,25±13,16	81,63±17,74	-2,63	0,179
	Vitalidade	80,00 (65,00-90,00)	75,00 (70,00-80,00)	-5,00	80,00 (70,00-87,50)	75,00 (70,00-85,00)	-5,00	0,971
	Aspectos sociais	90,44±13,64	90,44±10,39	0,00	89,84±14,59	92,97±10,17	3,13	0,580
	Aspectos emocionais	100,00 (67,00-100,00)	100,00 (66,67-100,00)	0,00	100,00 (100,00-100,00)	100,00 (83,33-100,00)	0,00	0,130
	Saúde mental	84,71±14,64	84,71±7,78	0,00	86,75±9,32	86,00±9,80	-0,75	0,820
	Média	85,08±9,56	85,53±6,93	0,44	88,68±9,07	86,66±9,04	-2,02	0,398

Dados representados em média ± desvio-padrão e média delta ou mediana (percentil25 – percentil75) e mediana delta.

Tabela 17 – Análise Sangüínea

	Variáveis	Controle (n=17)			Combinado (n=16)			p
		Basal	6 meses	Delta	Basal	6 meses	Delta	
Sangüíneas	Viscosidade (mPa.s)	5,34±1,64	5,76±1,17	0,42	5,30±0,78	5,52±0,98	0,22	0,744
	IGF-1 (ng/mL)	141,64±50,90	129,04±44,15	-12,60	135,43±42,94	129,59±51,26	-5,84	0,455

Dados representados em média ± desvio-padrão e média delta ou mediana (percentil25 – percentil75) e mediana delta.
IGF-1 – Fator de Crescimento Semelhante a Insulina.

Os resultados demonstraram que 24 semanas de treinamento combinado podia aumentar o consumo de oxigênio pico, a força muscular e a massa livre de gordura, além de diminuir a massa de gordura corporal em idosos saudáveis. Estes resultados corroboraram com outros anteriores, que afirmaram [116] que o treinamento combinado é uma prática física interessante, por melhorar o componente aeróbio sem que haja interferência nos benefícios do exercício resistido, como a diminuição da massa livre de gordura e da força muscular.

Já foi demonstrado anteriormente que, a diminuição da massa de gordura corporal, implica na melhora da qualidade de vida e na redução do risco de desenvolver doenças crônicas comuns à população estudada, como, por exemplo, o diabete mellitus tipo 2 [117],além do aumento da força muscular estar associado à diminuição do risco de quedas e de fraturas nos idosos [118].

Existem evidências de que o declínio cognitivo também pode estar associado a um maior risco de quedas nesta população, uma vez que indivíduos com doença de Alzheimer têm um maior risco de quedas do que os normais e do que os com doença de Parkinson [119].

Em relação ao impacto do exercício combinado sobre o funcionamento cognitivo dos idosos saudáveis, o presente estudo verificou haver melhoras em algumas subfunções executivas, como a capacidade de abstração e o controle inibitório. Também houve melhoras na memória de curto prazo que usa estímulos verbais e na práxia após um programa de treinamento com duração de 24 semanas, o que corrobora com os demais tipos de treinamento.

A observação do presente estudo, uma vez que demonstra o seu efeito benéfico sobre as funções executivas, como a capacidade de abstração e o controle inibitório, confirmou o que já se concluiu sobre os efeitos do treinamento resistido. No entanto, esta modalidade de treinamento também parece ser capaz de verificar uma melhora na memória que usa os estímulos visuais de curto prazo, os verbais de longo prazo e na memória operacional, sem causar efeitos sobre a atenção concentrada [53,65-66,68]. O efeito positivo do treinamento aeróbio também foi corroborado pelo presente estudo, uma vez que exerceu uma melhora em capacidades como a do controle inibitório, além de também ter parecido que melhora a atenção concentrada e a memória operacional [10,62,120]. Todavia não há um consenso a respeito dos efeitos sobre a memória que usa os estímulos visuais de longo prazo, bem como aos estímulos verbais de curto e longo prazo e sobre a aprendizagem [4,62,81]. O treinamento com múltiplos componentes pareceu confirmar as observações do presente estudo, pois exerceu melhoras somente na capacidade de abstração, sem causar alterações sobre a memória operacional [50,70,71].

A capacidade de abstração pode ser definida como a habilidade de compreender as relações existentes identificando os componentes essenciais e extraindo as características comuns [121]. O presente estudo verificou uma melhora dessa capacidade após o treinamento combinado, embora, apenas dois estudos anteriores da

literatura tivessem realizado esta avaliação após um período de treinamento físico. Tanaka e col. [50] ao avaliarem o efeito de seis meses de treinamento com múltiplos componentes (composto por vários tipos de atividades em uma mesma sessão) em idosos com doença de Parkinson, verificaram uma melhora significativa na capacidade de abstração desta população. Já um outro estudo que avaliou idosos saudáveis, comparou as duas intensidades diferentes do treinamento resistido (moderada a 50% de 1RM e alta a 80% de 1RM) em idosos saudáveis, tendo verificado que ambas as intensidades exerceram uma melhora sobre essa capacidade [53].

Pelo que se verificou, até hoje, nenhum estudo mencionado na literatura, avaliou se tal efeito poderia estar relacionado apenas à capacidade aeróbia. O presente estudo foi pioneiro ao verificar tal melhora na capacidade de abstração após o treinamento combinado, que engloba em sessões diferentes os exercícios físicos resistidos e os aeróbios.

Apesar de poucos estudos terem avaliado a capacidade do controle inibitório após o treinamento, esta capacidade é de suma importância, pois a inibição das informações irrelevantes é fundamental para a atenção seletiva [122]. O protocolo deste estudo pareceu demonstrar a existência de um efeito benéfico sobre o controle inibitório, o que já foi corroborado por alguns dados da literatura, uma vez que o treinamento aeróbio e o com múltiplos componentes, com intensidade moderada, implicaram em uma melhora dessa capacidade [4,62]. No entanto, o treinamento resistido moderado não parece ter efeito benéfico sobre a habilidade inibitória, pois Cassilhas e col. [53] já haviam verificado que somente o grupo que realizou o treinamento resistido de alta intensidade tinha obtido melhora em relação ao grupo controle.

Uma possível explicação para a divergência do presente estudo e o anteriormente citado é que o protocolo de treinamento utilizado neste (o aeróbio e o resistido), por ser progressivo, englobou a intensidade moderada e a alta, o que pode ter causado um efeito positivo sobre o controle inibitório.

Não foram identificadas diferenças significativas no desempenho das habilidades de atenção concentrada e da memória operacional, após a introdução do programa de seis meses de treinamento físico combinado, o que contradisse o estudo de Colcombe e col.[10]. Estes autores verificaram ter havido uma melhora significativa no circuito atencional no cérebro tanto em um grupo de voluntários que já era fisicamente ativo, quanto em um que realizou o treinamento aeróbio por um período de seis meses. Um outro estudo também verificou haver uma correlação positiva entre a atenção e a capacidade aeróbia [4].

As diferenças entre os referidos estudos podem dever-se ao fato do treinamento combinado implicar em um menor volume de exercício aeróbio do que o treinamento aeróbio isoladamente, uma vez que no exercício combinado as sessões de treinamento são alternadas entre os exercícios aeróbios e os resistidos, tendo já sido proposto que este último não possui um efeito benéfico sobre a atenção concentrada [53,65].

Ao comparar o efeito de uma única sessão de exercício aeróbio com o exercício resistido ou o repouso, observou-se que a memória operacional parecia melhorar apenas de imediato e 30 minutos após o exercício aeróbio [123]. A longo prazo, tudo indica que quanto maiores os níveis de força no treinamento resistido em idosos, maior a melhora da memória operacional [66], o que demonstra que o aumento da força muscular pode estar associado à melhora desta habilidade executiva. No entanto, uma vez que o autor não mediu a freqüência cardiaca e o número de repetições durante o treinamento, não foi possível determinar em que nivel de intensidade isso ocorre [72]. Cassilhas e col. [53] observaram que houve uma melhora nesta habilidade, após o treinamento resistido, tanto para o grupo que treinou com intensidade alta quanto para quem treinou com baixa, sem que houvesse diferenças entre as intensidades. O treinamento aeróbio também parece exercer uma influência positiva sobre a memória operacional, quando se comparam os indivíduos que o realizaram com os que se mantêm sedentários [62], pelo que parece haver uma correlação positiva entre os componentes da capacidade aeróbia e o resultado na avaliação da memória operacional [4].

O treinamento combinado do presente estudo e o com múltiplos componentes não demonstraram exercer melhoras significativas nem na atenção nem na memória operacional [70-71], o que pode ter estado relacionado com o fato de ambos terem diminuído a proporção em relação ao montante de treinamento específico para cada modalidade (aeróbio e resistido). Uma hipótese possível é de que o treinamento combinado minimiza o efeito do treinamento sobre essas habilidades cognitivas, apesar dos demais benefícios físicos, como a melhora da capacidade aeróbia e da força muscular, a redução da massa de gordura e o aumento da massa livre de gordura. Seria provável que um período de treinamento combinado, superior a seis meses, implicasse em um aumento no número de sessões (ou seja, no volume), e fosse capaz de melhorar a atenção e a memória operacional, melhorando ainda mais as demais capacidades cognitivas, uma vez que no presente estudo isto não se observa.

Nos últimos anos, a literatura vem utilizando um teste neurofisiológico conhecido como Potencial Evocado Relacionado a Evento (p300) com o intuito de avaliar a atenção e a velocidade de processamento. No presente estudo não se conseguiu demonstrar o efeito do treinamento combinado por meio deste teste neurofisiológico, mas, Özkaya e col. [68] ao comparar o efeito de nove semanas de treinamento aeróbio e resistido com um grupo controle, verificaram que havia uma maior velocidade de processamento (menor latência) e uma maior atenção (amplitude) no grupo que realizou o exercício resistido do que no controle, além de uma maior velocidade de processamento no que realizou o exercício aeróbio, sem que houvesse qualquer alteração na atenção. Essa melhora foi observada apenas nas ondas que refletiam o aumento da atenção aos estímulos externos, obtidas com a amplitude, e o aumento no processamento sensorial precoce, observadas pela latência para as ondas P1, N1 e P2.

O presente estudo corroborou com alguns estudos ao verificar que a amplitude (atenção) e a latência (velocidade de processamento) do p300 não revelaram uma alteração com o treinamento físico. Os autores deste estudo propuseram que essas medidas poderiam ser pouco sensíveis às modificações no nível da aptidão física [67],

pelo que, apesar de ocorrer uma diminuição do funcionamento cognitivo com o envelhecimento, a qual pode ser observada pelo potencial evocado ligado a evento, parece que o exercício físico pode não ser suficiente para compensar essa diminuição [123].

Ao analisar o efeito do treinamento combinado sobre a praxia, este estudo verificou melhoras nesta capacidade, embora estudos anteriores não tivessem atingido o mesmo resultado após o treinamento aeróbio e resistido, quando analisado individualmente [53,62,81]. Parece que o treinamento combinado, por resultar em uma diversidade de atividade, pode implicar neste benefício.

Em relação à memória de longo prazo, o presente estudo não demonstrou melhoras nem para os estímulos visuais nem para os verbais. Uma possível explicação para o sugerido estaria relacionada ao gênero da população estudada, uma vez que todos os trabalhos que verificaram uma melhora desta habilidade, após um programa de treinamento, utilizaram na sua amostra apenas mulheres [4,62], o mesmo já sucedera no estudo de Antunes [81] em 2003 que, ao analisar esta capacidade apenas em homens idosos após um programa de treinamento aeróbio, também não observou diferenças significativas.

No que diz respeito à memória que usa os estímulos visuais de curto prazo, o presente estudo também demonstrou não haver alterações significativas, o que corroborou com estudos anteriores, pois o treinamento aeróbio, tanto realizado por meio de caminhadas quanto por meio do cicloergomentro, não melhorou a memória que usa os estímulos visuais de curto prazo. Embora, estudos anteriores tenham evidenciado que tanto o treinamento resistido com intensidade moderada quanto alta parecem implicar em benefícios para a população em causa, o que sugere que ao aumentar o volume de exercício resistido no treinamento combinado, poderia ocorrer uma melhora no tipo de memória referida.

Ao avaliar a memória que usa estímulos verbais de curto prazo e a aprendizagem, o presente estudo verificou melhoras nessas capacidades, apesar de estudos anteriores que avaliaram a memória para estímulos verbais de curto prazo e à aprendizagem, após um período de treinamento aeróbio em intensidade moderada, terem observado resultados discrepantes. Kara e col. [4] verificaram uma melhora significativa nessas capacidades, enquanto Antunes [81] observou uma melhora modesta na memória de curto prazo, sem que houvesse uma melhora na aprendizagem no grupo que realizou o treinamento em relação a um grupo controle. O mesmo já havia sucedido com um estudo que avaliou o treinamento resistido [65]. O presente estudo pôde observar uma melhora na memória de curto prazo acompanhada de uma melhora na aprendizagem, pelo que é possível que a associação de ambas as modalidades implique em beneficio para essas capacidades.

Alguns mecanismos estão associados ao efeito benéfico do exercício físico sobre a cognição, entre eles, o da estimulação neurotrófica [124] e o do aumento no fluxo sangüíneo cerebral [125-126].

Neste estudo não se constatou, um aumento significativo nos níveis séricos do IGF-1 nem uma diminuição na viscosidade sangüínea, observação que não é corroborado pela literatura, uma vez que este hormônio parece estar relacionado com os níveis de atividade física [127]. No estudo de Cassilhas e col. [53] foi demonstrado que o treinamento resistido aumentava os níveis séricos desse hormônio e o desempenho cognitivo de idosos. Por outro lado, parece que os exercícios físicos causariam um aumento no fluxo sangüíneo cerebral pela diminuição da viscosidade sangüínea. [79,125-126].

É possível que a diminuição no número de treinos para cada modalidade seja a responsável pelo treinamento combinado não apresentar diferenças significativas, pois o mesmo ocorreu em outros estudos que avaliaram os níveis do IGF-1, após um período de 12 e 16 semanas de treinamento aeróbio e resistido [128-129]. Conforme se demonstrou anteriormente [53,87], os componentes aeróbio e resistido do treinamento combinado não concorrem um com o outro, pois tanto os treinamentos aeróbio e resistido aumentam os níveis séricos do IGF-1. Já a viscosidade sangüínea parece estar mais relacionada à capacidade aeróbia [79], pois o treinamento resistido de intensidade alta ou moderada parece não implicar em modificações significativas para esta viscosidade.

Apesar dos níveis de IGF-1 estarem relacionados à melhora cognitiva, alguns autores verificaram que os níveis deste hormônio não pareciam estar associados ao desempenho atencional, à memória operacional [83], à inteligência fluida e à memória [130].

Existem autores que demonstraram que tal mecanismo poderia estar relacionado de forma mais intensa à velocidade de processamento mental [130]. Esta observação justificaria os dados do presente estudo que demonstraram haver uma melhora no controle inibitório, na capacidade de abstração, na memória de curto e na aprendizagem, independentemente de não haver aumento nos níveis do IGF-1. O presente estudo sugeriu que possa haver outros mecanismos que expliquem esta melhora nas capacidades de atenção e de abstração e na memória que usa estímulos verbais de curto prazo, além da melhora na aprendizagem, uma vez que os exercícios físcos também podem afetar outras substâncias como o BDNF, que é um fator neurotrófico que está ligado à neuroplasticidade, à neuroproteção, ao crescimento e à diferenciação, mesmo nos cérebros adultos, além de alguns neurotransmissores realcionados ao funcionamento cognitivo, como a serotonina, a noradrenalina, a dopamina e a acetilcolina [131].

Pode-se concluir que o treinamento físico combinado é capaz de aumentar a força e a capacidade aeróbia nos idosos saudáveis, implicando em uma melhora na habilidade de abstração e no controle inibitório, na memória que usa os estímulos verbais de curto prazo e na aprendizagem, independentemente dos níveis séricos do IGF-1 e da viscosidade sangüínea.

Também, parece existir uma relação entre o humor, a cognição e a qualidade de vida. Esta última, pode ser definida como um grau de satisfação global e de satisfação dentro

de um certo número de domínios-chave, com ênfase especial sobre o bem-estar [132]. No entanto, um ponto importante é que a qualidade de vida, que representa a busca da felicidade e do prazer em todos os aspectos da vida, é um conceito subjetivo, sendo que as pessoas podem ter diferentes interpretações sobre o mesmo [133].

Apesar do treinamento combinado do presente estudo ter causado uma modesta alteração cognitiva, não foi possível demonstrar nenhuma alteração no humor e na qualidade de vida.

Não foi observada melhora nos níveis de ansiedade nos idosos submetidos ao presente estudo. No entanto, os trabalhos que avaliaram a ansiedade em idosos saudáveis, após um programa de treinamento físico, verificaram que houve uma melhora nos níveis de ansiedade destes [53,70,72-73,81,133-134].

Apesar do treinamento resistido implicar na melhora da ansiedade, independentemente da intensidade do exercício [53,134], existe a possibilidade de que a melhora na ansiedade esteja relacionada à intensidade dos treinamentos aeróbios, pois as conclusões relativas a esta modalidade apontam que o treinamento em intensidade moderada é capaz de trazer benefícios [81,133].

Um estudo que avaliou a intensidade do exercício e seu efeito sobre a ansiedade verificou que, em intensidades altas, o exercício físico podia implicar no aumento dos sinais relativos à ansiedade [135]. É possível que a alta intensidade no treinamento aeróbio ao final do presente protocolo tenha implicado no aumento da ansiedade, resultando na manutenção desta. Um estudo anterior, que avaliou o treinamento combinado de alta intensidade, verificou uma melhora significativa na ansiedade, no entanto, nesse caso os idosos realizaram o treinamento cinco vezes por semana por um período de cinco meses. Provavelmente, os voluntários desse estudo, por realizarem um maior número de sessões, tenham se adaptado a essa intensidade [73].

O treinamento aeróbio e o resistido parecem implicar na melhora do estado de depressão e na qualidade de vida dos idosos [53,81,133]. Já o treinamento com múltiplos componentes não implica em melhoras na depressão [70,72], do mesmo modo que no presente estudo, no qual não houve melhoras em ambas as capacidades. É possível que a diminuição do volume de treinamento para cada modalidade seja o causador de tal efeito, pois em outro estudo, os idosos que realizaram treinamento combinado cinco vezes por semana, o que implica em um maior volume de treinamento, tiveram uma melhora na qualidade de vida [73].

6. CONCLUSÕES

1. O treinamento físico combinado parece ser capaz de aumentar a força e a capacidade aeróbia dos idosos saudáveis.

2. Após um período de vinte e 24 semanas de treinamento combinado, parece haver uma melhora na habilidade de abstração, no controle inibitório, na memória de curto prazo e na aprendizagem.

3. Esta melhora parece ocorrer independentemente dos níveis séricos do IGF-1 e da viscosidade sangüínea.

4. Os resultados demonstraram que 24 semanas de treinamento combinado, realizado três vezes por semana, parece também não trazer benefícios ao humor e à qualidade de vida aos idosos saudáveis.

7. DIFICULDADES NA REALIZAÇÃO DO ESTUDO

Uma vez que o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do treinamento físico combinado sobre as funções cognitivas de idosos saudáveis, houve um grande esforço para se alcançar tal objetivo. Apesar dos voluntários se terem mantidos fiéis ao treinamento, completando o protocolo todo, houve uma grande dificuldade inicial, durante o recrutamento da amostra, em função das características exigidas pelo perfil do estudo. Segundo este, os participantes tinham que ser saudáveis, sedentários e ter um nível de escolaridade superior a oito anos, o que é um perfil bastante restrito e difícil de ser encontrado.

8. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Ao analisar os dados, observou-se que seria possível que um volume maior de treinamento implicasse em maiores benefícicios sobre a cognição da população observada neste estudo, pelo que a grande limitação deste estudo foi o curto tempo de intervenção.

9. DIREÇÕES FUTURAS

Em função do volume de treinamento não ter sido suficiente para que houvesse uma melhora cognitiva expressiva da população observada neste estudo, uma direção futura seria um protocolo de treinamento superior a seis meses.

Outra direção interessante seria a comparação entre o efeito do treinamento físico combinado e o treinamento concorrente e o com múltiplos componentes, uma vez que todos eles implicam na associação entre o treinamento físico aeróbio e o resistido, porém de uma maneira bastante distinta.

Em relação aos mecanismos analisados, não foram observadas alterações nem na viscosidade sangüínea nem nos níveis séricos do IGF-1. No entanto foram observadas algumas melhoras cognitivas, o que sugere que possa haver outros mecanismos que expliquem tal melhora. Nos próximos estudos seria interessante a inclusão de outras análises como avaliação da neuro-imagem e a análise do BDNF, além da avaliação dos neurotransmissores, como, a serotonina, a noradrenalina, a dopamina e a acetilcolina, uma vez que estas substâncias estão relacionadas com o funcionamento cognitivo e com o exercício físico.

Anexo 1- Aprovação do comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de São Paulo

UNIFESP PAULISTA

Universidade Federal de São Paulo
Escola Paulista de Medicina

Comitê de Ética em Pesquisa
Hospital São Paulo

São Paulo, 10 de novembro de 2006
CEP 1339/06

Ilmo(a). Sr(a).
Pesquisador(a) MARCO TÚLIO DE MELLO
Co-Investigadores: Viviane Grassmann, Hanna Karen Moreira Antunes
Disciplina/Departamento: Psicobiologia da Universidade Federal de São Paulo/Hospital São Paulo
Patrocinador: AFIP.

PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA INSTITUCIONAL

Ref: Projeto de pesquisa intitulado: **"Os efeitos dos diferentes tipos de exercícios físicos nas funções cognitivas de idosos".**

CARACTERÍSTICA PRINCIPAL DO ESTUDO: GRUPO III - ESTUDO CLÍNICO COM INTERVENÇÃO TERAPÊUTICA RANDOMIZADO E COM CONTROLE DA INTERVENÇÃO.
RISCOS ADICIONAIS PARA O PACIENTE: Risco mínimo, desconforto leve (coleta de sangue).
OBJETIVOS: Averiguar os efeitos dos diferentes tipos de exercícios físicos nas funções cognitivas de idosos.
RESUMO: O protocolo será conduzido no Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício (CEPE) do Departamento de Psicobiologia da UNIFESP. O recrutamento será através de contato pessoal e através da divulgação pela mídia. Os voluntários passarão por uma entrevista que terá também a finalidade de esclarecer os objetivos e o procedimento do protocolo. Posteriormente, os voluntários serão submetidos a um exame clínico geral, além dos exames de eletrocardiograma de repouso e esforço e laboratoriais (hemograma, glicemia, ureia, creatinina, albumina, TGO, TGP, Gama GT e PSA). A idade será entre 65 a 75 anos , homens, sedentários com escolaridade de oito anos, ou seja, ensino fundamental completo. Serão incluídos 25 voluntários por grupo. Serão formados 4 grupos: grupo aeróbio, grupo força, grupo combinado (aeróbio + força) e grupo controle O programa de treinamento terá duração de 24 semanas. As avaliações e questionários serão realizados no início e ao final das 24 semanas de experimento ppara todos os grupos que serão estudos. Todas as avaliações físicas somente serão realizadas após a avaliação e liberação do voluntário por parte de um médico clínico experiente na área. O grupo controle será orientado a manter suas atividades normais e a não ongressar em qualquer programa de exercício físico por um período de seis meses. Entretanto, após esse período, esse grupo parcicipará de um grupo de treinamento físico pelo mesmo período que os demais grupos..
FUNDAMENTOS E RACIONAL: A hipótese deste estudo é que os treinamentos aeróbio, de força e combinado, com duração de 24 semanas, possam melhorar as funções cognitivas de idosos sedentários, através de um aumento na atividade metabólica cerebral, refletindo em um melhor desempenho nos testes cognitivos empregados..
MATERIAL E MÉTODO: Estão descritos todos os procedimentos que serão aplicados durante o estudo.
TCLE: adequado.
DETALHAMENTO FINANCEIRO: PATROCINADO PELA AFIP (41.247,00).
CRONOGRAMA: 01 ANO.
OBJETIVO ACADÊMICO: MESTRADO.
ENTREGA DE RELATÓRIOS PARCIAIS AO CEP PREVISTOS PARA: **05/11/2007** e **30/10/2008**.

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo/Hospital São Paulo **ANALISOU** e **APROVOU** o projeto de pesquisa referenciado

Comunicar toda e qualquer alteração do projeto e termo de consentimento livre e esclarecido. Nestas circunstâncias a inclusão de pacientes deve ser temporariamente interrompida até a resposta do Comitê, após análise das mudanças propostas.

Rua Botucatu, 572 - 1º andar – conj. 14 - CEP 04023-062 - São Paulo / Brasil
Tel.: (011) 5571-1062 - 5539.7162

UNIFESP
PAULISTA

Universidade Federal de São Paulo
Escola Paulista de Medicina

Comitê de Ética em Pesquisa
Hospital São Paulo

1. Comunicar imediatamente ao Comitê qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento do estudo
2. Os dados individuais de todas as etapas da pesquisa devem ser mantidos em local seguro por 5 anos para possível auditoria dos órgãos competentes.

Atenciosamente,

Prof. Dr. José Osmar Medina Pestana
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da
Universidade Federal de São Paulo/ Hospital São Paulo

Rua Botucatu, 572 - 1º andar – conj. 14 - CEP 04023-062 - São Paulo / Brasil
Tel.: (011) 5571-1062 - 5539.7162

Anexo 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido de Participação em Pesquisa

UNIFESP

Universidade Federal de São Paulo
Escola Paulista de Medicina

CEPE

Departamento de Psicobiologia

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

"Os efeitos dos diferentes tipos de exercícios físicos nas funções cognitivas de idosos"

As seguintes informações estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo, que visa averiguar se o exercício físico é capaz de amenizar os efeitos deletérios do envelhecimento, e atuar nas funções cognitivas, ou seja, verificar a possível relação entre alterações cognitivas e os exercícios aeróbio, de força e combinado.

Para isso, os procedimentos utilizados neste estudo serão compostos de avaliações físicas, laboratoriais, neurofisiológicas e neuropsicológicas, cujo propósito, refere-se a investigação de indícios que possam comprovar a nossa hipótese.

Desta forma, as avaliações físicas serão compostas de ergoespirometria sendo este aplicado com protocolo adequado, composição corporal, avaliação cardiológica (eletrocardiograma de repouso e esforço). Os exames laboratoriais serão compostos de Ácido Fólico, IGF1, IGFBP3, B12; Ferritina, PCR, LPA, Homocisteína, Viscosidade Sangüínea, Cortisol, GH, Testosterona total e livre, hemograma, glicemia, uréia, creatinina, albumina, TGO, TGP, Gama GT e PSA, serão coletados 35ml de sangue para cada avaliação, totalizando 70ml ao final do estudo. Estas avaliações físicas terão a duração média de 30 minutos cada. As avaliações neuropsicológicas serão compostas de testes, sendo estes aplicados na forma de questionários. E a avaliação neurofisiológica será composta de um exame denominado potencial evocado, que permite uma avaliação de como o estímulo captado através do ouvido é recebido pelo cérebro e como a resposta é executada. Estas avaliações cognitivas terão a média de 60 minutos cada. É importante observar que estas avaliações serão realizadas no início do estudo e após 6 (seis) meses, respectivamente avaliação e reavaliação. A coleta de sangue para análise laboratorial será realizada por punção periférica da veia do antebraço.

O protocolo de treinamento físico prevê a organização de quatro grupos aeróbio, de força, combinado e controle, que serão organizados de forma aleatória, ou seja, os voluntários serão distribuídos aleatoriamente nos diferentes grupos.

Os grupos aeróbio, de força e combinado serão submetidos a seis meses de treinamento físico. Já o grupo controle será solicitado a manter suas atividades normais e a não ingressar em qualquer programa de exercícios físicos por um período de seis meses. Após esse período ele participará de um grupo de treinamento físico pelo mesmo período que os demais grupos.

Este estudo não oferece risco e não há benefício direto para o participante, pois trata-se de um estudo experimental, testando a hipótese de que o exercício físico aeróbio, de força e combinado é capaz de amenizar os efeitos deletérios do envelhecimento, estabilizando ou aumentando a função cognitiva. Somente ao final poderemos concluir a presença de algum benefício. É importante ressaltar que em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é o Prof. Dr. Marco Túlio de Mello, que pode ser encontrada no seguinte endereço: Rua Marselhesa, 535, Vila Clementino, ou no telefone 5572-0177.

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) - Rua Botucatu, 572 – 1º andar – cj 14, 5571-1062, FAX: 5539-7162 – E-mail: cepunifesp@epm.br.

UNIFESP
Universidade Federal de São Paulo
Escola Paulista de Medicina
CEPE
Departamento
de Psicobiologia

É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de seu tratamento na instituição. Os resultados serão publicados em revistas científicas especializadas. As informações obtidas serão analisadas em conjunto com outros pacientes, não sendo divulgado a identificação de nenhum paciente. Você será atualizado sobre os resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores.

Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa. No entanto, não haverá ressarcimento ao voluntário referente a despesas com transportes.

Em caso de dano pessoal, diretamente causado pelos procedimentos ou tratamentos propostos neste estudo (nexo causal comprovado), o participante tem direito a tratamento médico na Instituição, bem como às indenizações legalmente estabelecidas.

O nosso compromisso é de utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo "Os efeitos dos diferentes tipos de exercícios físicos nas funções cognitivas de idosos ". Eu discuti com o Prof. Dr. Marco Túlio de Mello e/ou Profa. Viviane Grassmann Marques sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes.
Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

_____

Assinatura do voluntário/ Representante legal Data: __/__/__.

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

_____

Assinatura do responsável pelo estudo Data: __/__/__.
(Prof. Dr. Marco Túlio de Mello / Profa. Viviane Grassmann Marques)

Anexo 3- Explicação detalhada dos Testes Neuropsicológicos

Rastreio Cognitivo

- **Mini Exame do Estado Mental (MEEM).**

Este exame tem por objetivo o rastreio cognitivo. E é dividido em cinco sub-testes (orientação, memória imediata, atenção e cálculo, evocação e linguagem), sendo utilizado para a triagem dos sintomas clínicos de demência dos voluntários [(92)].

No subtese Orientação é solicitado ao voluntário que responda às seguintes questões:

- Que dia é hoje?
- Em que mês estamos?
- Em que ano estamos?
- Em que dia da semana estamos?
- Qual a hora aproximada?
- Em que local estamos?
- Que local é este aqui?
- Em que bairro estamos ou qual o nome de uma rua próxima?
- Em que cidade estamos?
- Em que Estado estamos?

Já no subteste memória imediata é solicitado que o voluntário repita três palavras que lhe são ditas, (sorvete, tijolo e máscara). Em seguida, é realizado o subteste Atenção e Cálculo, no qual o voluntário realiza uma subtração em série de setes (100-7, 93-7, 86-7, 79-7, 72-7, 65). Ao final do subteste Atenção e Cálculo é realizado a Evocação das palavras ditas anteriormente.

No subteste Linguagem é solicitado aos voluntários que nomeiem dois objetos que são mostrados (caneta e relógio). Em seguida, eles devem repetir a seguinte frase: nem aqui, nem ali, nem lá.

Depois é dado o seguinte comando: pegue este papel com a mão direita, dobre-o ao meio e coloque-o no chão

Em seguida é mostrada ao voluntário uma folha com a frase FECHE OS OLHOS, solicitando-lhe que execute o que está sendo mandado.

Ao final do teste é solicitado que o mesmo escreva uma frase e copie um desenho.

Atenção e Funções Executivas

- **Dígitos (Escala Wechsler de Inteligência para Adultos – Revisada - WAIS-R).**

Para a realização deste teste é apresentado ao voluntário, oralmente, uma série de seqüências numéricas que deve ser repetida, literalmente, na mesma ordem em que lhe é fornecida (ordem direta). Em outro momento, o sujeito é instruído a repetir a sequência de números na ordem inversa, ou seja, deve repetir os números de trás para a frente (ordem inversa). O teste é progressivo, sendo interrompido no momento em que o voluntário errar duas vezes seguidas a mesma quantidade de dígitos. Neste teste são avaliadas as capacidades de atenção concentrada e de controle mental aos estímulos áudio-verbais. As variáveis consideradas neste estudo foram o total de acertos da ordem direta e inversa, a amplitude da ordem direta e da inversa, e a diferença entre a ordem inversa e a direta [(99)].

- **Blocos de Corsi (Escala Wechsler de Memória – Revisada - WMS-R).**

Para a realização deste teste, o voluntário deve repetir uma sequência realizada pelo examinador ao apontar um tabuleiro com nove blocos de madeira. Esta seqüência deve ser repetida, literalmente, na mesma ordem em que lhe são fornecidas (ordem direta). Em um outro momento o teste é refeito solicitando que o sujeito repita as séries na ordem inversa da que são apresentadas (ordem inversa). O teste é progressivo e é interrompido no momento em que o voluntário errar duas vezes seguidas a mesma quantidade de blocos apontados. Neste teste são avaliadas as capacidades de atenção concentrada e de controle mental aos estímulos visuais. As variáveis consideradas

neste estudo foram o total de acertos da ordem direta e inversa, a amplitude da ordem direta e da inversa, e a diferença entre a ordem inversa e a direta [100].

- **Codigos (WAIS-R).**

Neste teste são apresentados números de um a nove, cada número representando um símbolo. O voluntário recebe uma folha com uma série de números, sendo que abaixo de cada número há um espaço para que ele desenhe o símbolo correspondente. O voluntário deve desenhar o símbolo seguindo a ordem, sempre da esquerda para a direita, e deve completar o máximo que conseguir em um período de 90 segundos. São mensuradas neste teste as capacidades de atenção concentrada e de velocidade de processamento. As variáveis consideradas neste estudo foram o número de tentativas, os acertos e os erros [99].

- **Teste de atenção concentrada de Toulouse-Pieron.**

Para a realização deste teste é entregue ao voluntário uma folha que possui quatro pequenos quadrados “guias” com riscos em direções diferentes. Na mesma pagina, há 23 linhas contendo 20 pequenos quadrados cada um com um risco em uma direção diferente. O voluntário deve marcar os quadrados com um risco na mesma direção de um dos quatro quadrados “guias”. O voluntário deve encontrar o máximo de quadrados iguais em cinco minutos. Este teste verifica a atenção concentrada, a rapidez de reação e a exatidão ao executar uma tarefa simples, bem como a capacidade de discriminação e de localização de figuras-estímulo. As variáveis consideradas neste estudo foram a rapidez (caracterizada pelo número de acertos), a qualidade (caracterizada pelo número de erros), além dos seus respectivos percentis em comparação aos indivíduos acima dos 16 anos [101].

- **Geração aleatória de números.**

Nesta avaliação é solicitado ao voluntário que diga números de um a 10, aleatoriamente, evitando ao máximo repetir números ou falar números em qualquer seqüência (é necessário evitar seqüências conhecidas como um, dois, tês... ou três, dois, um... ou dois, quatro, seis, oito... ou três, seis, nove... ou um, três, cinco, sete...), ao final do teste o voluntário terá dito 100 números. Para o teste é necessário a utilização de um metrônomo, o qual soa um bip a cada um segundo, devendo a cada bip o voluntário dizer um número. Este teste avalia a capacidade de atualizar informações na memória operacional (*working memory)*, sendo que quanto mais próximo ao índice de um, menor o grau de aleatoriedade dos números, avalia também o número de intrusões (número de vezes em que o voluntário fala o número zero ou números acima de 10), omissões (número de vezes em que soou o bip e o voluntário não disse nenhum número), e o tempo de duração do teste. Desta forma, é avaliada a capacidade de controle executivo dos indivíduos [(102-104)].

- **Semelhanças (WAIS-R)**.

Neste teste o avaliador fala 14 pares de palavras e a cada par é solicitado ao voluntário que diga qual a semelhança entre as duas palavras. A cada par de palavras o voluntário recebe uma pontuação de zero a dois de acordo com a sua objetividade. Investiga-se a capacidade de abstração do examinando, considerando-se a pontuação final obtida pela soma de todas as pontuações obtidas por este [(99)].

- **Controle mental (WMS-R)**.

Neste teste obtém-se a medida da habilidade do controle e da manipulação mental de informações. Ele possui três atividades, em que na primeira o sujeito deve contar de um a 20 na ordem inversa (20, 19, 18, 17, 16,...), em seguida deve dizer as letras do alfabeto na ordem alfabética (a,b,c,d,e,f...) e, por fim, deve somar três a cada número iniciando com o número um até ao número 40 (1,4,7,10,13...). Nos três testes são cronometrados e computados o número de erros. As variáveis mensuradas são o tempo, o número de erros e a pontuação final. A pontuação para cada atividade é de zero a dois, no qual cada erro desconta um ponto e a pontuação final é dada pela soma das pontuações de cada teste, sendo que esta vai de zero a seis pontos [(100)].

Memória e Aprendizagem

- **Pares verbais associados (WMS-R).**

Trata-se de um teste de memória e de aprendizagem, usando estímulos verbais em que são mostrados, por três tentativas, pares de palavras que o sujeito deve recordar. São apresentados oito pares de palavras sendo que quatro delas contém o mesmo conteúdo semântico, e as outras contém conteúdos semânticos diferentes. Primeiro o avaliador lê todas as palavras ao voluntário, em seguida, o avaliador repete somente a primeira palavra de cada par, sendo solicitado que o voluntário recorde o seu respectivo par. O teste consta com uma fase de evocação imediata (curto-prazo) nas três primeiras tentativas e outra de evocação tardia realizada 30 minutos após (longo-prazo). As variáveis avaliadas foram a quantidade de acertos nas 1ª, 2ª e 3ª tentativas, todas contendo palavras com e sem relação semântica, a somatória de todas as tentativas, evocação tardia com e sem relação semântica, e a somatória das evocações tardias, além dos erros (intrusão, perseveração e repetição) [100].

- **Recordação livre de palavras.**

Este é um teste de memória usando estímulos verbais imediatos, em que são apresentadas 12 listas com 15 palavras cada, seis delas contendo uma tríade de palavras com associação semântica. Ao final de cada lista é solicitado ao voluntário que repita o máximo de palavras que conseguir. Contudo, é importante que o voluntário evite repetir as palavras da mesma lista (repetição), de listas anteriores (perseveração), ou mesmo falar palavras que não foram ditas (intrusão). É possível avaliar, desta forma, três características da memória: a primazia, a rescência e a facilitação semântica. As variáveis avaliadas são a somatória, a cada três palavras, para as listas com e sem relação semântica, além da somatória de todas as palavras de cada lista e os erros (intrusão, perseveração e repetição) [105].

- **Teste da Figura Complexa – Rey-Osterreith e Taylor.**

Estes testes avaliam a capacidade da memória, usando um estimulo visual de curto e de longo prazo. Eles contêm uma fase de cópia da figura complexa, a evocação imediata e a tardia. As variáveis avaliadas são a cópia, a recuperação imediata e a tardia.

Neste teste é mostrado ao voluntário uma figura complexa, na primeira parte do teste ele deve realizar uma cópia do desenho (cópia), em seguida é retirado o desenho e é solicitado que o mesmo desenhe novamente sem olhar (evocação imediata) e, após 30 minutos, pede-se ao voluntário que faça novamente o mesmo desenho [106].

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carvalho Filho ET, Alencar YMG. Teorias do envelhecimento. In: Carvalho Filho ET, Papaléo Netto M. *Geriatria*: fundamentos, clínica e terapêutica. 1ª ed. São Paulo: Atheneu, 2000.

2. Colcombe SJ, Erickson KI, Raz N, Webb AG, Cohen NJ, Mcauley E, Kramer AF. Aerobic fitness reduces brain tissue loss in aging humans. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2003; 58(2):176-80.

3. Costa, GA. Tríplice visão do envelhecimento: Longevidade, qualidade de vida, atividade física e aspectos biopsicossociais. Revista da SOBAMA, 2004.

4. Kara B, Pinar L, Ugur F, Oguz M. Correlations between aerobic capacity, pulmonary and cognitive functioning in the older women. Int J Sports Med. 2005; 26(3): 220-224. Jun;22(3):233-47.

5. Peters R. Ageing and the brain. Postgrad Med J. 2006 Feb;82(964):84-8.

6. Sesso HD, Paffenbarger RS, Ha T, Lee IM. Physical activity and cardiovascular disease risk in middle-aged and older women. Am J Epidemiol. 1999; 150(4):408-16.

7. Sallis JF. Age-related decline in physical activity: a synthesis of human and animal studies. Med Sci Sports Exerc. 2000; 32(9):1598-600.

8. Nair KS. Aging muscle. Am J Clin Nutr. 2005; 81(5):953-63.

9. Warburton DE, Nicol CW, Bredin SS. Health benefits of physical activity: the evidence. CMAJ. 2006 Mar 14;174(6):801-9.

10. Colcombe SJ, Kramer AF, Erickson KI, Scalf P, Mcauley E, Cohen NJ, Webb A, Jerome GJ, Marquez DX, Elavsky S. Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. Proc Natl Acad Sci U S A. 2004; 101(9):3316-21.

11. World Health Organization (WHO). Keep fit for life: meeting the nutritional needs of older people, 2002.

12. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeção da população do Brasil por sexo e idade – 1980 – 2050; 2008.

13. Nobrega ACL, Freitas EV, Oliveira MAB, Leitão MB, Lazzoli JK, Nahas RM, baptista CAS, Drummond FA, Rezende L, Pereira J, Pinto M, Radominski RB, Leite N, Thiele ES, Hernandez AJ, Araujo CGS, Teixeira JAC, Carvalho T, Borges SF, De Rose EH. 1999. Posicionamento oficial da sociedade brasileira de medicina do esporte e da sociedade brasileira de geriatria e gerontoligia: Atvidade física e saúde no idoso. Bras Med Esporte. 5(6):207-211.

14. Galduróz JCF, Antunes HKM, Santos RF. Gender- and age-related variations in blood viscosity in normal volunteers: a study of the effects of extract of Allium sativum and Ginkgo biloba. Phytomedicine (Stuttgart). 2007; 14: 447-451.

15. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. (2003). *Fisiologia do Exercício*. Energia, nutrição e desempenho humano. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

16. Gallahue DL, Ozmin JC. Compreendendo o desenvolviento motor: Bebês, Crianças, Adolescente e Adultos. 3ª ed. São Paulo:Editora Phorte; 2002.

17. Guyton AC, Hall JE. Tratado de Fisiologia Médica.10ª ed. Rio de Janeiro:Editora Guanabara Koogan, 2002.

18. Chahal HS, Drake WM. The endocrine system and ageing. J Pathol. 2007. Jan; 211 (2):173-80.

19. Leifke E, Gorenoi V, Wichers C, Von Zur Mühlen A, Von Büren E, Brabant G. Age-related changes of serum sex hormones, insulin-like growth factor-1 and sex-hormone binding globulin levels in men: cross-sectional data from a healthy male cohort. Clin Endocrinol (Oxf). 2000 Dec;53(6):689-95.

20. Luria AR. Fundamentos da Neuropsicologia. Rio de Janeiro: Editora da USP; 1984.

21. Lezak MD (1995). Neuropychological Assessment. 3ª ed. Oxford: University Press.

22. Izquierdo I. Memória. 1ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

23. Atikinson RC, Shiffrin, RM. The control of short-term memory. Sci. Am. 1971, 225: 82-90.

24. Lent R. Cem bilhões de neurônios: Conceitos fundamentais de neurociência. São Paulo: Atheneu, 2004.

25. Hart, R.P., Wade, J.B., Martelli, M.F. Cognitive impairment in patients with chronic pain: the significance of stress. Curr Pain Headache Rep. 2003; 7(2):116-26.

26. Doval, O., Gavira, M., Kanner, A.M. Frontal lobe dysfunction in epilepsy, In: Ettinger, A.B., Kanner, A.M, Psychiatric issues in epilepsy – a practical guide to diagnosis and treatment. Filadélfia:Lippicott Williams & Wilkins; 2001. 261-71.

27. Gioia, G.A., Isquith, P.K., Retzlaff, P.D., Espy, K.A. Confirmatory factor analysis of Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF) in a clinical sample. Child Neuropsychol. 2002; 8:249-57.

28. Rzezak, P., Fuentes, D., Guimarães, C.A., Thome-Souza, S., Kuczynski, E., Li, L.M., Franzon, R.C., Leite, C.C., Guerreiro, M., Valente, K.D. Frontal lobe dysfunction in children with temporal lobe epilepsy. Pediatr. Neurol. 2007; 37:176-85.

29. Van Dam PS, Aleman A. Insulin-like growth factor-I, cognition and brain aging. Eur J Pharmacol. 2004; 490(1-3):87-95.

30. Taussik I e Wagner GP. Memória explícita e envelhecimento. In: Parente, MAMP. Cognição e envelhecimento. 1ª ed. São Paulo: Artmed, 2006.

31. Nilson LG. Memory function in normal aging. Acta Neurol Scand. 2003; 107 (179): 7–13

32. Kramer AF, Willis SL. Enchancing the cognitive vitality of older adults. Current Directions in Psychological Science. 2002 Oct: 11 (5): 173-177

33. Piccoloto N, Wainer R, Benvegnú L, Juruena M. Curso e prognóstico da depressão. Revisão comparativa entre os transtornos do humor. Rev Psiquiatria Clínica. 2000; 27(2): Mar-Abr.

34. American Psychiatric Association, Diagnostic and statical manual of mental disordes, 4th ed. Washington: APA. 1994, 303-373.

35. Wasylenki D. Depression in the elderly. CMA Journal. 1980; 8 (122):525-533.

36. Baudic S, Tzortzis C, Dalla Barba G, Traykow L. Executive deficits in elderly patients with major unipolar depression. 2004. Journal of Geriatric Psychiatry, 17: 195-201.

37. Fiske A, Wetherell JL, Gatz M. Depression in older adults. Annu Rev Clin Psychol. 2009;5:363-89.

38. Buckworth J, Dishman RK. Exercise Psychology. Human Kinetics; 2001.

39. Lauderdale SA, Sheikh JI. Anxiety disorders in older adults. Clin Geriatr Med. 2003; Nov;19(4):721-41.

40. Beaudreau SA, O'Hara R. The association of anxiety and depressive symptoms with cognitive performance in community-dwelling older adults. Psychol Aging. 2009 Jun;24(2):507-12.

41. Cui X, Lyness JM, Tu X, King DA, Caine ED. Does depression precede or follow executive dysfunction? Outcomes in older primary care patients. Am J Psychiatry. 2007 Aug;164(8):1221-8.

42. Thomas AJ, O'Brien JT. Depression and cognition in older adults. Curr Opin Psychiatry. 2008 Jan;21(1):8-13.

43. Geerling MI,den Heijer T, Koudstaal PJ, Hofman A, Breteler MMB. History of depression, depressive symptoms, and medial temporal lobe atrophy and the risk of Alzheimer disease. 2008. Neurology, 70: 1258-1264.

44. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. Public Health Rep. 1985; 100(2):126-31.

45. Weineck, J. *Treinamento ideal*. 9ª ed. São Paulo:Manole; 1999.

46. Macaluso A, De Vito G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. Eur J Appl Physiol. 2004; 91(4):450-72.

47. Izquierdo M, Ibañez J, HAkkinen K, Kraemer WJ, Larrión JL, Gorostiaga EM. Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. Med Sci Sports Exerc. 2004 Mar;36(3):435-43.

48. Leveritt M, Abernethy PJ, Barry BK, Logan PA. Concurrent strength and endurance training. A review. Sports Med. 1999; Dec;28(6):413-27.

49. Hatta A, Nishihira Y, Kim SR, Kaneda T, Kida T, Kamijo K, Sasahara M, Haga S. Effects of habitual moderate exercise on response processing and cognitive processing in older adults. Jpn J Physiol. 2005; 55(1):29-36.

50. Tanaka, K, Quadros, A.C. Jr., Santos, R.F., Stella, F., Gobbi, L.T., Gobbi S. Benefits of physical exercise on executive functions in older people with Parkinson's disease. Brain Cogn. 2009; 69(2):435-41.

51. Marom-Klibansky R, Drory Y. Physical activity for the elderly. Harefuah. 2002; 141(7):646-50, 665, 664

52. Ferreira M, Matsudo S, Matsudo V, Braggion G. Efeitos de um programa de orientação de atividade física e nutricional sobre o nível de atividade física de mulheres fisicamente ativas de 50 a 72 anos de idade. Rev Bras Med Esporte. 2005; 11(3):172-176.

53. Cassilhas RC, Viana VA, Grassmann V, Santos RT, Santos RF, Tufik S, Mello MT. The impact of resistance exercise on the cognitive function of the elderly. Med Sci Sports Exerc. 2007 Aug;39(8):1401-7.

54. Mandic S, Tymchak W, Kim D, Daub B, Quinney HA, Taylor D, Al-Kurtass S, Haykowsky MJ. Effects of aerobic or aerobic and resistance training on cardiorespiratory and skeletal muscle function in heart failure: a randomized controlled pilot trial. Clin Rehabil. 2009 Mar;23(3):207-16.

55. Fox KR. The influence of physical activity on mental well-being. Public Health Nutr. 1999; 2(3A):411-8.

56. American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. Med Sci Sports Exerc. 1998 Jun; 30(6):992-1008.

57. Paluska SA, Schwenk TL. Physical activity and mental health: current concepts. Altern Ther Health Med. 1998; 4(1): 48-56.

58. Mello, MT, Fernandez, AC, Tufik, S. Levantamento epidemiológico da prática de atividade física na cidade de São Paulo. Rev. Bras. Med. Esporte. 2000; 6(4):119-124.

59. Bixby WR, Spalding TW, Haufler AJ, Deeny SP, Mahlow PT, Zimmerman JB, Hatfield BD. The unique relation of physical activity to executive function in older men and women. Med Sci Sports Exerc. 2007 Aug;39(8):1408-16. Erratum in: Med Sci Sports Exerc. 2007 Nov;39(11):2093.

60. Lautenschlager NT, Cox KL, Flicker L, Foster JK, van Bockxmeer FM, Xiao J, Greenop KR, Almeida OP. Effect of physical activity on cognitive function in older adults at risk for Alzheimer disease: a randomized trial. JAMA. 2008 Sep 3;300(9):1027-37. Erratum in: JAMA. 2009 Jan 21;301(3):276.

61. Colcombe SJ, Kramer AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. Psychol Sci. 2003; 14(2):125-30.

62. Antunes HKM, Santos RF, Heredia RAG, Bueno OFA, Mello MT. Alterações cognitivas em idosas decorrentes do exercício Físico Sistematizado. Revista da Sobama, 2001:6(1): 27-33.

63. Van Boxtel MP, Paas FG, Houx PJ, Adam JJ, Teeken JC, Jolles J. Aerobic capacity and cognitive performance in a cross-sectional aging study. Med Sci Sports Exerc. 1997; 29(10):1357-65.

64. Colcombe SJ, Erickson KI, Scalf P, Kim JS, Prakash R, McAuley E, Elavsky S, Marquez DX, Hu L, Kramer AF. Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. Journal of Gerontology 2006; 6A1(11): 1160-1170.

65. Perrig-Chiello P, Perrig WJ, Ehrsam R, Staehelin HB, Krings F. The effects of resistance training on well-being and memory in elderly volunteers. Age Ageing, 1998; 27:469-75.

66. Lachman M.E., Neupert S.D., Bertrand R., Jette A.M. The effects of strength training on memory in older adults. J. Aging Phys. Act. 2006; 14(1):59-73.

67. McDowell K, Kerick SE, Santa Maria DL, Hatfield BD. Aging, physical activity, and cognitive processing: an examination of P300. Neurobiol Aging. 2003; 24(4):597-606.

68. Özkaya GY, Aydin H, Toraman FN, Kizilay F, Özdemir Ö, Centikaya V. Effect of stregth and endurance training on cogniton in older people. Journal of Sports Science and Medicine. 2005; 4: 300-313.

69. Angevaren, M., Vanhees, L., Wendel-Vos, W., Verhaar, H.J.J., Aufdemkampe, G., Aleman, A., Verschuren, M. Intensity, but not duration, of physical activities is related to cognitive function. European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. 2007; 14(6): 825-830.

70. Emery, C.F., Gatz, M. Psychological and cognitive effects of an exercise program for community-residing older adults. Gerontologist 1990, 30:184–188.

71. Okumiya, K., Matsubayashi, K., Wada, T., Kimura, S., Doi, Y., Ozawa, T. Effects of exercise on neurobehavioral function in community-dwelling older people more than 75 years of age. 1996; J Am Geriatr Soc. 44(5):569-72.

72. Williams, P, Lord SR. Effects of group exercise on cognitive functioning and mood in older women. Aust. NZJ. Public Health. 1997;21(1):45-52.

73. Carral JM, Pérez CA. Effects of high intensity combined training on women over 65. Gerontology. 2007; 53:340-346.

74. Lytle ME, Vander Bilt J, Pandav RS, Dodge HH, Ganguli M. Exercise level and cognitive decline: the MoVIES project. Alzheimer Dis Assoc Disord. 2004; 18(2):57-64.

75. Dustman RE, Ruhling RO, Russell EM, Shearer DE, Bonekat HW, Shigeoka JW, Wood JS, Bradford DC. Aerobic exercise training and improved neuropsychological function of older individuals. Neurobiol Aging. 1984; 5(1):35-42.

76. Lowe GD, Lee AJ, Rumley A, Price JF, Fowkes FG. Blood viscosity and risk of cardiovascular events: the Edinburgh Artery Study. Br J Haematol. 1997; Jan;96(1):168-73.

77. Santos R.F., Alterações Cognitivas e de Fluxo Sangüíneo Cerebral decorrentes do envelhecimento normal: estudo dos efeitos do extrato seco de Ginkgo Biloba. [Tese de Doutorado] São Paulo:Universidade Federal de São Paulo, 1999.

78. El-Sayed MS. Effects of exercise and training on blood rheology. Sports Med. 1998 Nov;26(5):281-92.

79. Immanuel S, Bororing SR, Dharma RS. The effect of aerobic exercise on blood and plasma viscosity on cardiac health club participants. Acta Med Indones. 2006; Oct-Dec;38(4):185-8

80. El-Sayed MS, Ali N, El-Sayed Ali Z. Haemorheology in exercise and training. Sports Med. 2005;35(8):649-70.

81. Antunes HKM . A Influência do Exercício Físico Aeróbio em Funções Cognitivas e Viscosidade do Sangue de Idosos Normais. [Tese de Mestrado], São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2003.

82. Aleman A, Verhaar HJ, De Haan EH, De Vries WR, Samson MM, Drent ML, Van der, Veen EA, Koppeschaar HP. Insulin-like growth factor-I and cognitive function in healthy older men. J Clin Endocrinol Metab. 1999 Feb;84(2):471-5.

83. Okereke O, Kang JH, Ma J, Hankinson SE, Pollak MN, Grodstein F. Plasma IGF-I levels and cognitive performance in older women. Neurobiol Aging. 2007; Jan;28(1):135-42.

84. Ding Q, Vaynman S, Akhavan M, Ying Z, Gomez-Pinilla F. Insulin-like growth factor I interfaces with brain-derived neurotrophic factor-mediated synaptic plasticity to modulate aspects of exercise-induced cognitive function. Neuroscience. 2006; Jul 7;140(3):823-33.

85. Trejo JL, Piriz J, Llorens-Martin MV, Fernandez AM, Bolós M, LeRoith D, Nuñez A, Torres-Aleman I. Central actions of liver-derived insulin-like growth factor I underlying its pro-cognitive effects. Mol Psychiatry. 2007 Dec;12(12):1118-28.

86. Bondy CA, Cheng CM. Signaling by insulin-like growth factor 1 in brain. Eur Pharmacol. 2004;490:25–31.

87. Poehlman ET, Rosen CJ, Copeland KC. The influence of endurance training on insulin-like growth factor-1 in older individuals. Metabolism. 1994 Nov;43(11):1401-5.

88. Haydar ZR, Blackman MR, Tobin JD, Wright JG, Fleg JL. The relationship between aerobic exercise capacity and circulating IGF-1 levels in healthy men and women. J Am Geriatr Soc. 2000; Feb;48(2):139-45.

89. Kramer AF, Colcombe SJ, McAuley E, Scalf PE, Erickson KI. Fitness, aging and neurocognitive function. Neurobiol Aging. 2005 Dec;26 Suppl 1:124-7.

90. Farinatti, PTV. Corte cronológico e compressão da morbidade. In: Farinatti, PTV. *Envelhecimento*: Promoção da saúde e exercício. 1ª ed. São Paulo: Manole, 2008.

91. Brucki, S.M.D., Nitrini, R., Caramelli, P., Bertolucci, P.H., Okamoto, I.H. Normas sugeridas para o uso do Mini-Exame do Estado Mental no Brasil. Arquivos Brasileiros de Neuropsiquiatria. 2003. 61(3B): 777-781.

92. Folstein MF, Folstein SE, Mchugh PR. “Mini-Mental State”: a pratical method for grading the cognitive state of patients for the cliniciam. Journal of Psychiatric Research. 1975; 12:189-98.

93. Lerman, J., Bruce, R.A., Sivarajan, E., Pettet, G.E., Trimble S. Low-level dynamic exercises for earlier cardiac rehabilitation: aerobic and hemodynamic responses. Arch. Phys. Med. Rehabil. 1976; 57(8):355-60.

94. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. Med Sci Sports Exerc. 1982.14:377-81.

95. Kraemer WJ, Ratamess N, Fry AC, Triplett-McBride T, Koziris LP, Bauer JA, Lynch JM, Fleck SJ. Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in collegiate women tennis players. Am J Sports Med. 2000; 28(5):626-33.

96. Fleck SJ. Treinamento de força para fitness e saúde.1ª ed. São Paulo: Phorte Editora, 2003.

97. Quételet, A. Antropometétrie ou mesure dês différentes facultes de l'homme. Bruxelles: C. Muquardt 1870.

98. Fields DA, Hunter GR. Monitoring body fat in the elderly: application of air-displacement plethysmography. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2004 Jan;7(1):11-4.

99. Wechsler, D. Wechsler Adult Intelligence Scale, Revised. San Antonio, TX: The Psychological Corporation; 1981.

100. Wechsler, D. Wechsler Memory Scale —Revised manual. San Antonio, TX: Psychological Corporation; 1987.

101. Rainho, O. Tests of specific aptitudes. In: Manual of Psychology. Applied. Rio de Janeiro, Brazil: CEPA, 1992; 1–29.

102. Evans, FJ. Monitoring attention deployment by random number generation: an index to measure subjective randomness. Bulletin of the Psychonomic Society 1978, 12(12), 35-38.

103. Hamdan, AC, Souza JA, Bueno OFA. Performance of university students on random number generation at different rates to evaluate executive function, 2004; 62(1):58-60.

104. Hamdan, A.C. Efeito do envelhecimento no controle executivo na tarefa de geração aleatória de números. Interação em Psicologia. 2006; 10 (2) 267-271.

105. Andrade VM, Oliveira MG, Miranda MC, Oliveira AS, Oliveira EM, Bueno OF. Semantic relations and repetition of items enhance the free recall of words by multiple sclerosis patients. J Clin Exp Neuropsychol. 2003; 25(8):1070-8.

106. Spreen O, Strauss E. *A compendium of neuropsychological tests.* 2ª ed. New York: Oxford University Press; 1998.

107. Lucchesi LM. Efeitos neurofisiológicos e comportamentais do Zolpidem em voluntárias normais. [Tese de Doutorado]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, 2001.

108. Biaggio AMB, Natalicio L. Manual para o inventário de ansiedade Traço-Estado (IDATE). Rio de Janeiro: Centro Editor de Psicologia Aplicada – CEPA. 1979.

109. Andreatini R, Seabra ML. A estabilidade do IDATE-traço: avaliação após cinco anos. ABP-APAL. 1993; 15(1):215.

110. McNair DM, Lorr M, Droppleman LF. *Profile Mood States: Manual.* San Diego: Education and Industrial Testing Service; 1971.

111. Bond AJ, Lader MH. The use of analogue scales in rating subjective feelings. Br J Psychol. 1974; 47:211-18.

112. Guimarães, FS. Escalas analógicas visuais de avaliação de estados subjetivos. Revista de Psiquiatria Clínica. 1998; 25(5):217-22.

113. Ciconelli RM. Tradução para o português e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida: medical outcomes study 36- item short-form halth survet (SF-36). [Tese de Doutorado] São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 1997.

114. American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescripition. 7ª ed. Lippincott Williams Wilkins; 2006.

115. Flôres MF, Rossi DS, Santos DL. Análise do comportamento da freqüência cardíaca durante testes de esforço máximo em diferentes ergômetros. Lecturas Educación Física y Deportes (Buenos Aires). 2006; 11: 103.

116. Sale DG, MacDougall JD, Jacobs I, Garner S. Interaction between concurrent strength and endurance training. J Appl Physiol. 1990 Jan;68(1):260-70.

117. Bennett, W.L., Ouyang, P., Wu, A.W., Barone, B.B., Stewart, K.J., Fatness and fitness: how do they influence health-related quality of life in type 2 diabetes mellitus?, 2008. Health Qual. Life Outcomes. 6:110.

118. Moayyeri A. The association between physical activity and osteoporotic fractures: a review of the evidence and implications for future research. Ann Epidemiol. 2008 Nov;18(11):827-35.

119. Christofoletti, G, Oliani, M M, Gobbi, LTB, Gobbi, S, Stella, F. Risco de quedas em idosos com doença de Parkinson e demência de Alzheimer. Revista Brasileira de Fisioterapia, Univ. ederal de São Carlos. 2006; 10(04): 429-433.

120. Kramer A.F., Hahn S., Cohen N.J., Banich M.T., McAuley E., Harrison C.R., Chason J., Vakil E., Bardell L., Boileau R.A., Colcombe A. Ageing, fitness and neurocognitive function. Nature. 1999. 29;400(6743):418-9.

121. Gramunt-Fombuena, N., Cejudo-Bolívar, J.C., Serra-Mayoral, A., Guardia-Olmos, J, Peña-Casanova, J., 1998. Abstract abilities: amplified norms for the Barcelona Test. Neurologia. 13(6):277-86.

122. Rogers, R.D., Sahakian, B.J., Hodges, J.R., Polkey, C.E., Kennard, C., Robbins, T.W.Dissociating executive mechanisms of task control following frontal lobe damage and Parkinson's disease. Brain. 1998; 121 (Pt 5):815-42.

123. Pontifex MB, Hillman CH, Polich J. Age, physical fitness, and attention: P3a and P3b. Psychophysiology. 2009 Mar;46(2):379-87. Epub 2009 Jan 26.

124. Spirduso WW. 1980. Physical fitness, aging, and psychomotor speed: a review. Gerontol. 35(6):850-65.

125. Rogers, R.L., Meyer, J.S., Mortel, K.F. After reaching retirement age physical activity sustains cerebral perfusion and cognition. J. Am. Geriatr. Soc. , 1990; 38:123-128.

126. Ainslie, P.N., Cotter, J.D., George, K.P., Lucas, S., Murrell, C., Shave, R., Thomas, K.N., Williams, M.J., Atkinson, G.. Elevation in cerebral blood flow velocity with aerobic fitness throughout healthy human ageing. J. Physiol. 2008; 586(16):4005-10.

127. Bonnefoy M, Kostka T, Patricot MC, Berthouze SE, Mathian B, Lacour JR. Influence of acute and chronic exercise on insulin-like growth factor-I in healthy active elderly men and women. Aging (Milano). 1999 Dec;11(6):373-9.

128. Nicklas, B.J., Ryan, A.J., Treuth, M.M., Harman, S.M., Blackman, M.R., Hurley, B.F., Rogers, M.A. Testosterone, growth hormone and IGF-I responses to acute and chronic resistive exercise in men aged 55-70 years. Int. J. Sports Med. 1995; 16(7):445-50.

129. Schiffer, T, Schulte, S, Hollmann, W, Bloch, W., Strüder, HK. Effects of strength and endurance training on brain-derived neurotrophic factor and insulin-like growth factor 1 in humans. Horm. Metab. Res. 2009; 41(3):250-4.

130. Dik, M.G., Pluijm, S.M., Jonker, C., Deeg, D.J., Lomecky, M.Z., Lips, P., Insulin-like growth factor I (IGF-I) and cognitive decline in older persons. Neurobiol. Aging. 2003; 24(4):573-81.

131. Lista I, Sorrentino G. Biological Mechanisms of Physical Activity in Preventing Cognitive Decline. Cell Mol Neurobiol. 2009 Dec 30.

132. Hornquist JO. Quality of life: concept and assessment. Scand J Soc Med. 1990;18(1):69-79

133. Antunes HK, Stella SG, Santos RF, Bueno OF, de Mello MT. Depression, anxiety and quality of life scores in seniors after an endurance exercise program. Rev Bras Psiquiatr. 2005 Dec;27(4):266-71.

134. Tsutsumi, T, Don, BM, Zaichkowsky, LD, Delizonna, LL. Physical fitness and psychological benefits of strength training in community dwelling older adults. Appl. Human Sci. 1997; 16(6):257-66.

135. Katula JA, Blissmer BJ, McAuley E. Exercise intensity and self-efficacy effects on anxiety reduction in healthy, older adults. J Behav Med. 1999; 22(3):234-47.

ABSTRACT

Among the changes associated with aging there is a cognitive decline. However, a healthy life style, such as physical exercise seems to generate a protective effect against this cognitive decline. The literature has shown that both aerobic and the resistance exercise, when practiced in isolation seem to result in benefits to cognition. Yet it is not described if the combination of both methods would result in the same benefit. The aim of this study was to investigate the effects of combined training on cognitive function in health elderly. Were select thirty-three elderly subjects who were randomly divided into two groups: Control (N = 17) and Combined (N = 16). The control group was instructed to maintain their usual activities and the combined group participated in a training program composed by aerobic and resistance exercise, three times per week on alternate days for a period of six months. Both groups underwent a physical assessment (spirometry and testing of 1 Repetition Maximum - 1RM), cognitive (through neurophysiological and neuropsychological measures), mood, quality of life and blood tests (Insulin-like growth factors type 1- IGF-1 - and blood viscosity) at the beginning and the end of the protocol. The results showed that in the physical assessments, both oxygen consumption ($p = 0.01$) and 1RM ($p = 0.001$), the experimental group after training showed a significant difference when compared to the control group. The variables relating to body composition also showed significant differences after the intervention, causing a decrease in fat mass ($p = 0.016$) and an increase in fat-free mass ($p = 0.016$). Moreover, the same type of comparison, the combined group, after a period of six months, performed better in the following tests: Rey Complex Figure and Taylor ($p = 0.01$); Toulouse, which obtained a percentile in the quality ($p = 0.045$); Similarities ($p = 0.003$); and Sum of all the attempts to test Verbal Associated Pairs ($p = 0.043$). There were no statistical differences in the other analysis. Thus, the conclusion is that the combined training can increase both strength and aerobic capacity in healthy elderlies, affecting an improvement in the ability of abstraction, inhibitory control, short-term memory and learning regardless of serum IGF-1 and blood viscosity.

Keywords: Aging, Cognition, Physical Education and Training; Blood Viscosity; Insulin-like growth factors type 1