



Centro Universitário de Brasília – UniCEUB
Faculdade de Ciências da Educação e Saúde – FACES

JULIANO LEPESQUEUR SANTOS ADJUTO
E
LUCAS EMANOEL LIMA DA CUNHA

**INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA
INTENSIDADE NA COMPOSIÇÃO CORPORAL E NOS
PARÂMETROS METABÓLICOS DE ADULTOS PRÉ-OBESOS E
OBESOS**

Brasília,
2020

JULIANO LEPESQUEUR SANTOS ADJUTO
E
LUCAS EMANOEL LIMA DA CUNHA

**INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA
INTENSIDADE NA COMPOSIÇÃO CORPORAL E NOS
PARÂMETROS METABÓLICOS DE ADULTOS PRÉ-OBESOS E
OBESOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do grau de Bacharelado em
Educação Física pela Faculdade de
Ciências da Educação e Saúde Centro
Universitário de Brasília – UniCEUB.

Brasília,
2020

JULIANO LEPESQUEUR SANTOS ADJUTO
E
LUCAS EMANOEL LIMA DA CUNHA

**INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA
INTENSIDADE NA COMPOSIÇÃO CORPORAL E NOS
PARÂMETROS METABÓLICOS DE ADULTOS PRÉ-OBESOS E
OBESOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
aprovado como requisito parcial à
obtenção do grau de Bacharelado em
Educação Física pela Faculdade de
Ciências da Educação e Saúde Centro
Universitário de Brasília – UniCEUB.

BRASÍLIA, 24 de Novembro de 2020

BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Rômulo de Abreu Custódio
Orientador



Prof. Dr. Celeida Pinto
Membro da banca



Prof. Me. Hetty Lobo
Membro da banca

RESUMO

O treinamento intervalado possui diversos protocolos de aplicação; os mais evidenciados na literatura são o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) e o treinamento intervalado de sprints (SIT), os quais se mostram possíveis tratamentos não farmacológicos para o combate da obesidade. O objetivo do presente estudo foi analisar a influência do treinamento intervalado de alta intensidade na composição corporal e nos parâmetros metabólicos de adultos pré-obesos e obesos. O estudo se baseou em uma revisão bibliográfica com estudos entre o período de 1975 até 2020. Diante disso, foi esclarecido que o treinamento intervalado alta intensidade pode ser superior que os exercícios de leve e modera intensidade quanto a celeridade e quanto aos parâmetros metabólicos como: VO_2 máx; redução do tecido adiposo abdominal e visceral; regulação do estresse oxidativo; parâmetros cardiovasculares; função endotelial; diminuição da expressão de enzimas responsáveis pela lipogênese; sinalização da insulina no músculo esquelético e na expressão das proteínas AMPK e PGC-1 α , as quais exercem um papel fundamental na melhora da capacidade, densidade e respiração mitocondrial.

Palavras-chave: Treinamento intervalo de alta intensidade. Obesidade. Citocinas inflamatórias. Composição corporal.

INTRODUÇÃO

A obesidade, que é considerada uma doença, segundo a Classificação Internacional de Doenças, (CID10-E66), cresce exponencialmente ao redor de todo o mundo. Entre os anos de 1975 até 2014, aumentou constantemente em diversos países, dentre eles, Estados Unidos da América, Rússia, China e Brasil (DI CESARE et al., 2016). Outro dado importante, é que em média, entre o período de 1999 a 2010, 35% da população em geral encontrava-se em situação de sobrepeso e 30% era considerada obesa (FLEGAL et.al, 2012).

Em relação ao Brasil, houve um aumento evidente no número de pessoas obesas, saltando de 900.000 no ano de 1975, para 11.000.000 em 2014, com perspectiva de um número superior até 2025 (DI CESARE et al., 2016). Além disso, o Brasil aumentou a quantidade de pessoas com o Índice de massa corporal (IMC), igual ou maior do que 30, em 47% entre os anos de 2006 e 2013 (CARVALHO et al, 2016).

Observando estes cenário é importante destacar que a obesidade aumenta os riscos de diversas doenças crônicas, como o diabetes mellitus, a qual em indivíduos com peso normal ou abaixo do peso o risco de contrair a tal é de 5,4%, que é mais que o dobro, (14,0%), na população obesa, (BAHIA, et al., 2012).

Ademais, outros estudos evidenciam um aumento no risco de hipertensão arterial (H.A), e diversos tipos de câncer (OYEBODE, 2014). Isso devido ao fato de que a obesidade está relacionada com a inflamação crônica de baixo grau, a qual está intimamente ligada a essas patologias (GREGOR, 2011).

Sendo assim mudanças no tamanho do tecido adiposo e quantidade de adipócitos estão associadas a um aumento do número de macrófagos do tipo M1. De acordo com Weisberg et al, (2013), o número de macrófagos é o triplo no tecido adiposo em estado obeso comparado com o tecido adiposo em estado magro. Além disso, os Macrófagos M1 secretam diversas citocinas inflamatórias como, fator de necrose tumoral, (TNF- α), IL-6 e IL-1 β , as quais estão intimamente ligadas ao aumento do estresse oxidativo (CHAWLA, 2011).

A adiposidade também está relacionada à diminuição da adiponectina e da testosterona, (HOTTA et al., 2000) as quais exercem efeitos protetores contra doenças cardiovasculares e síndrome metabólica, devido a seus efeitos anti-diabéticos e anti-aterogênicos (BAI et.al, 2011).

Afim de combater esse quadro o exercício físico tem se mostrado uma possível forma de tratamento não farmacológico. O exercício físico atua positivamente em vários parâmetros de saúde, como por exemplo a melhora da capacidade aeróbica, estrutura corporal, bem-estar e principalmente reduzindo parâmetros de obesidade melhorando a composição corporal (KELLEY, 2013).

Uma das formas de atividade física que se apresentou bastante eficaz no combate a obesidade é o treinamento intervalado de alta intensidade o *High-intensity interval training* (HIIT), que vem sendo abordado como uma importante ferramenta para melhora dos parâmetros constituintes da composição corporal. Como relata Buckinx, et al, (2019), onde um programa de HIIT de 12 semanas foi capaz de reduzir significativamente a circunferência da cintura e do quadril e melhorar capacidades funcionais de adultos obesos mais velhos.

Outro estudo demonstrou que, em obesos diabéticos, o treinamento intervalado após 8 semanas melhorou os parâmetros de VO₂máx, IMC e outros como: triglicerídeo intra-hepático, tecido adiposo visceral, colesterol total, LDL, VLDL, HDL, hemoglobina glicada e HOMA-IR (ABDELBASSET et al, 2019).

Fisiologicamente o HIIT promove modulações no gene PGC-1 α , no receptor-1 da adiponectina, (adipor R1), e na omentina-1 plasmática, que estão ligados ao metabolismo do músculo esquelético, à sensibilidade à insulina e à saúde cardiovascular de adultos obesos, (ASILAH ZA'DON et al, 2019; OUERGHI et al, 2017).

Observando a literatura exposta, o objetivo do presente estudo foi analisar a influência do treinamento intervalo de alta intensidade (HIIT) na composição corporal e nos parâmetros metabólicos de adultos pré-obesos e obesos.

2 METODOLOGIA

O estudo trata-se de uma revisão bibliográfica desenvolvida com base em estudos publicados no período de 1975 a 2020. O espaço temporal da literatura apresentada foi motivado pelo avanço da obesidade ao longo dos anos e, também, devido à evolução da ciência, baseada no exercício físico, para o combate da adiposidade.

Os bancos de dados consultados foram: MEDLINE, Google Acadêmico, PubMed, Scielo. Para seleção e busca dos artigos foram utilizados os seguintes parâmetros: palavras-chave, nas línguas português e inglês – estatísticas da obesidade no mundo (world obesity statistics); treinamento intervalado (interval training); treinamento intervalado de alta intensidade em adultos obesos (high-intensity interval training in obese adults); exercício físico e obesidade (physical exercise and obesity); obesidade e doenças metabólicas (obesity and metabolic diseases); Obesidade e diabetes mellitus (Obesity and diabetes mellitus); Obesidade e adiponectina (Obesity and adiponectin); Treinamento intervalado e pgc1-a (Interval training and pgc1-a). Foram encontrados 20 artigos de revisão bibliográfica e 10 controlados e randomizados.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Obesidade

Segundo os dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) a obesidade é conceituada pelo aumento exorbitante do tecido adiposo abdominal e periférico. (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2000). De acordo com Ministério da Saúde (MS), o Brasil, nos últimos 13 anos, alcançou maiores estatísticas de obesidade, com o aumento de 19,8% na população adulta. Cabe ressaltar que entre 2006 e 2018 esse percentual cresceu 67,8% (MS, 2018).

Ainda de acordo com a OMS, (2000), a classificação da obesidade pode ser demonstrada pela circunferência do abdômen (CA), a qual, em homens, maior ou igual a 94 centímetros (CM), certifica um risco elevado de doenças metabólicas e, maior ou igual a 102 centímetros um risco exponencialmente aumentado. Em mulheres, níveis maiores ou iguais a 80 ou 88 centímetros demonstram um risco aumentado ou demasiadamente aumentado, respectivamente.

Outro parâmetro de classificação recomendado é o Índice de Massa Corporal (IMC). Além disso, a OMS considera como pré-obesidade o IMC de 25 a 29,9; obesidade de grau 1 valores de 30 a 34,9 kg/m² (obesidade leve); valores de 35 a 39,9 kg/m² correlacionam com a obesidade de grau 2 (obesidade moderada); por fim, o grau mais severo da obesidade, que atinge valores superiores a 40 kg/m² considerada obesidade mórbida.

Com isso, é importante salientar que a obesidade pode ser induzida tanto por fatores internos quanto por fatores externos; para Francischi et al (2000) até mesmo a genética já é vista como um potente fator interno no que tange ao aumento de peso.

Em relação aos fatores externos, cabe destacar que a alimentação atual, que vem sendo alterada, devido a evolução industrial, na maioria das vezes acaba extrapolando o balanço energético diário ideal. Além disso, a população está cada vez mais inativa (KAC, 2003).

Outro ponto destacado por Mendonça, (2004), é que os brasileiros vêm substituindo a alimentação tradicional e equilibrada, adotando hábitos no consumo de fast food, industrializados e ultra processados.

Por fim, é notório que a sociedade contemporânea alterou drasticamente a sua forma de trabalhar e de realizar atividades recreativas, pois passaram a executar atividades de baixo gasto energético como, por exemplo, aumentaram a frequência diante de equipamentos eletrônicos, diminuíram a escolha de meio de transporte não motorizados e também houve uma redução nas práticas esportivas. Com isso, esses fatores contribuem com o aumento do sedentarismo e consequentemente com o crescimento da obesidade (OMS/Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), 2003).

3.2 Fatores fisiológico da Obesidade

3.2.1 Adipocitocinas

O tecido adiposo é considerado um órgão secretor altamente ativo. As células do tecido adiposo (adipócitos) secretam diversas substâncias que são chamadas de adipocitocinas, sendo considerado um tecido endócrino metabólico. Essas adipocitocinas possuem um papel fundamental em diversos processos do organismo: coagulação, regulação da pressão arterial, produção de hormônios, ação da insulina, produção de energia e controle da ingestão de alimentos (KERSHAW, 2004).

O aumento excessivo dos adipócitos faz com que os vasos sanguíneos fiquem comprimidos, ocorrendo a obstrução da passagem do fluxo sanguíneo, com isso, ocorre o processo de hipóxia e, assim, leva o tecido a um estado de necrose. O

tecido em necrose estimula a Proteína Químioatraentes de Monócitos, (MCP-1), a qual é responsável pela comunicação com os monócitos para a entrada no tecido morto. Diante disso, os monócitos são convertidos em macrófagos do tipo M1, que serão destinados à fagocitose, estes secretam diversas citocinas inflamatórias como o Fator de Necrose Tumoral (TNF- α), IL-6 e IL-1 β , logo, geram um transtorno que comprometem diversos parâmetros metabólico no organismo (WELLEN, 2003).

3.2.1 Fator de Necrose Tumoral (TNF- α)

O Fator de Necrose Tumoral (TNF- α) foi considerada a primeira adipocitocina ligada à obesidade e à resistência à insulina. Diante disso, essa citocina está relacionada intimamente com a necrose tecidual, com isso, favorece o surgimento de patologias como: disfunção endotelial, hipertensão arterial e diabetes tipo II, que são as principais doenças que acometem os obesos (MARKIEWICZ et al, 2000).

Um importante mecanismo foi demonstrado, em ratos, por Uysal et al, (1997), os achados sugeriram que uma menor concentração de TNF- α está correlacionada com a proteção contra a diabetes causada pela obesidade. Foram certificados também efeitos do TNF- α na diminuição da Adiponectina, que está associada a melhora da ação da insulina e a menor expressão TNF- α (PHILIP, 2003).

Cabe evidenciar que a literatura científica e evidencia uma maior expressão de TNF- α também em indivíduos pré-obesos e obesos (HOTAMISLIGIL, 1993).

3.2.3 Leptina

A adipocitocina leptina é considerada de suma importância no controle de ingestão de alimentos. É um hormônio secretado pelos adipócitos, responsável pela regulação da saciedade. Sua ação bioquímica ocorre devido a capacidade de inibição de substâncias orexígenas, que estimulam a sensação de fome: neuropeptídeo Y, (NPY), ácido gama-aminobutírico, (GABA), Proteína Agouti, (AGRP), e de estimulação de fatores anorexígenos, que impulsiona a saciedade: proopiomelanocortina, (POMC) e Transcrito Regulado por Cocaína e Anfetamina, (CART), (KHAN et al., 2014).

Diante disso, há uma relação direta entre o volume do tecido adiposo e os níveis de leptina no sangue, sendo o índice de massa corporal, (IMC), correlacionado também com o aumento da leptina circulante. Cabe ressaltar que, devido ao grande estresse oxidativo em pessoas obesas, há uma maior dificuldade de sinalização dessas substâncias nos receptores e pós receptores de leptina, fazendo com que esta não exerça seus mecanismos adequadamente, portanto, dificultando o controle da ingestão alimentar, o que favorece ainda mais o ganho de peso (MONTAZERIFAR et al., 2016).

3.2.4 Resistina

A resistina é uma adipocitocina que é estritamente relacionada a ações pró-inflamatórias (MCTERNAN et al, 2002). Segundo Steppan et al, (2001), esta é secretada principalmente pelo tecido adiposo branco e parece ser o elo entre a obesidade e a diabetes por ser responsável pelo aumento da resistência a insulina.

Outro dado importante é que dietas com maiores níveis lipídicos podem aumentar a resistina circulante (SAVAGE et al, 2001). No entanto, ainda é controverso se a expressão de resistina está correlacionada com o aumento do tecido adiposo, mas é uma hipótese que pode ser justificada pela a sua associação ao processo inflamatório crônico (GÓMEZ-AMBROSI, 2001).

3.2.5 Adiponectina

A adiponectina é uma proteína específica secretada pelo tecido gorduroso (SCHERER et al., 1995). Pouco é conhecido na literatura sua relação com excesso de peso, entretanto, de acordo com Ouchi et al., (1999), a diminuição da gordura corporal está correlacionada com os maiores níveis dessa substância. Outro ponto importante que ainda segundo Scherer et al, (1995), é que maiores quantidades de TnF-a e IL-6 parecem estar associadas com a diminuição da adiponectina.

A atuação da adiponectina ocorre em diversas células do organismo humano: células hepáticas, células endoteliais, células musculares e vasculares (KHAN, 2014).

O seu aparato está correlacionado essencialmente com o estímulo da proteína quinase AMP (AMPK) que está envolvida com a melhora da sensibilidade à insulina e com a melhora da função das enzimas aeróbicas, responsáveis pela oxidação dos ácidos graxos (CHANDRAN et al, 2003). Sua função na melhora do sistema circulatório é em razão de um maior impulso para secreção de óxido nítrico que é um agente vasodilatador (KERSHAW, 2004). Além disso, a adiponectina demonstra ação anti-inflamatória por meio da inibição do TNF- α (KHAN, 2014).

Por fim, a literatura mostra que menores níveis de adiponectina no organismo humano parecem estar associados com maiores riscos de doenças cardiovasculares (FUNAHASHI, 2004). Além disso, indivíduos com maior quantidade dessa substância possuem menores riscos de desenvolver diabetes tipo II. (SPRANGER, et al, 2003).

3.3 Tratamentos Convencionais da Obesidade

Muito se discute sobre os meios não farmacológicos para o tratamento da obesidade, entre eles os mais evidenciados na literatura são o treinamento resistido (TR), treinamento aeróbio (TA) e as dietas hipocalóricas. Em relação ao exercício resistido, a recomendação, de acordo com American College of Sports Medicine, (ACSM, 2009), é de que se realize exercícios multiarticulares, com diversas variáveis de estímulos e ações, 2 a 3 vezes por semana e com a intensidade progressiva de 60% a 70% de 1RM. Ainda com base no American College of Sports Medicine, (ACSM, 2014), a sua recomendação, para a realização de exercício aeróbico, é de 30 a 60 minutos, podendo chegar a 90 minutos para maiores repercussões fisiológicas, com intensidade leve a moderada.

Um ponto relevante para se salientar, é que de acordo com o estudo de Fildes et al, (2015), que avaliou em torno de 76.704 homens obesos e 99.791 mulheres também obesas, a chance de uma pessoa obesa alcançar o peso ideal é de 1 em 210 em homens e 1 em 124 em mulheres com obesidade simples (IMC de 30-34,9 kg/m²); esse dado se eleva quando se trata de pessoas com o IMC superior a 40 kg/m², o qual a chance desses indivíduos atingirem o peso ideal é de 1 em 1290 para homens e 1 em 677 para mulheres. Portanto, diante desses valores é visível a dificuldade da promoção do emagrecimento na população obesa.

3.4 Treinamento Intervalo de Alta Intensidade

O treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) é um método que utiliza períodos de esforços submáximos ou máximos intercalados com períodos de recuperação que podem ser ativos ou passivos (GIBALA et al, 2014). Essa estratégia é abordada a vários anos e atualmente se destaca por demonstrar bastante eficiência em aspectos como: diminuição da gordura corporal, melhora da aptidão cardiorrespiratória, melhora resistência muscular e diversos parâmetros de saúde (GIBALA et al, 2008).

Com base nisso, uma pesquisa, com 49 mulheres saudáveis, comparou dois métodos de treinamento intervalado (TI), em um cicloergômetro, um protocolo de HIIT e outro de SIT (Sprint Interval Training) por 8 semanas, sem restrição calórica, com sessões de 33 e 23 minutos (Min) respectivamente. O grupo HIIT (n=24) realizou quatro esforços de 4 min a 90-95% da FCmáx, com 3 min de recuperação ativa a 50-60% da FCmáx. O grupo do SIT (n=25) executou quatro sprints all-out de 30 segundos (s), intercalados com 4 min de intervalo passivo ou ativo sem carga. (NAVES et al, 2018).

Ainda sobre Naves et al, (2018), os resultados na aptidão cardiorrespiratória mostraram no grupo HIIT e SIT um aumento do Volume Máximo de Oxigênio ($VO_2^{\text{máx}}$) em 14,5 e 16,9%, respectivamente, sem diferença significativa entre os grupos. Houve redução da circunferência da cintura (CC), sem diferença entre os grupos (-3,1% e -3,3%, respectivamente). Além disso, os resultados emitiram reduções maiores para SIT do que para HIIT na soma das cinco dobras cutâneas, (-15,8% e -22,2%). Diante disso os resultados sugerem melhoras em marcadores relevantes, ainda que sem restrição calórica. Além disso o tempo em esforço foi consideravelmente baixo, 16 minutos para o HIIT e apenas 2 minutos para o SIT.

No que tange a indivíduos obesos, outro estudo, que envolveu 52 mulheres com pré - obesidade e obesidade ($IMC > 25 \text{ kg/m}^2$) e com o percentual de gordura $\geq 30\%$, compararam, por 12 semanas, um modelo de treinamento aeróbico contínuo de intensidade moderada (MICT) com o protocolo de HIIT e também um grupo controle que não realizou nenhum treinamento. O grupo MICT realizou o treinamento em um cicloergômetro, com a intensidade a 60% do $VO_2^{\text{máx}}$; o grupo do HIIT realizou esforços de 4 min, com a intensidade de 90% $VO_2^{\text{máx}}$ intercalados com recuperações passivas de 3 min (ZHANG et al, 2017).

Ainda no estudo de Zhang et al, (2017), os grupos executaram os protocolos até atingirem o máximo de trabalho estipulados. Ademais, o tempo total máximo de exercício do grupo MICT foi o dobro do tempo do grupo HIIT (1h e 14 min, aproximadamente); já o grupo do HIIT realizou em um período total máximo de aproximadamente 37 min. Os resultados evidenciaram uma redução significativa no peso corporal, no percentual de gordura, na gordura visceral e na subcutânea para ambos os grupos (MICT e HIIT), mas não no grupo controle. Diante disso, o trabalho sugere que o HIIT parece ser um método mais eficaz no tratamento da obesidade devido a sua maior celeridade.

Outro importante estudo, que avaliou 36 indivíduos, por 16 semanas, de ambos os sexos com pré-obesidade e obesidade (IMC 29,4 - 32,1 kg/m²) e com síndrome metabólica, realizou uma comparação entre o treinamento intervalo de alta intensidade (HIIT) e o treinamento contínuo de moderada intensidade (MICT), em esteira ergométrica, 3 vezes por semana, com grupo controle, que não realizou nenhum treinamento.

O grupo do HIIT realizou 4 tiros de 4 minutos a 90% FC_{máx}, com recuperação ativa a 70% FC_{máx}, já o grupo do treinamento contínuo executou sessões de 47 minutos a 70% FC_{máx}. Foram analisados: pressão arterial (PA), capacidade aeróbica (CA), coativador-1 do receptor ativado por proliferador de peroxissoma gama (PGC-1a), Função endotelial (FMD), ação da insulina (IR), transportador de ácido graxos (FATP-1) e ácido graxo sintase (FAS), além de outros marcadores. (TJØNNA et al, 2009).

Ainda com dados de Tjønnna et al, (2009), os resultados mostraram reduções do peso corporal para ambos (-2,3kg e -3,6kg para HIIT e MICT, respectivamente). Também houve melhora na pressão arterial sistólica e diastólica para ambos (~10mm/hg e ~6mm/hg, respectivamente). O VO₂^{máx} aumentou significativamente mais no HIIT do que MICT, (35% vs. 16%). A expressão de PGC-1a aumentou 138% no HIIT, no vasto lateral, entretanto não se alterou no MICT. A função endotelial foi aumentada em nível superior no HIIT do que no MICT, (9% vs. 5%), no entanto, a disponibilidade de Óxido Nítrico (NO) aumentou somente no grupo do HIIT (3%).

A expressão dos receptores de insulina, no vasto lateral e no tecido adiposo, aumentou 15 vezes mais no grupo que fez HIIT, mas não nos outros grupos. Por fim, foram relatadas expressões 3-4 vezes menores de FATP-1 no tecido adiposo,

apenas para o grupo do HIIT e diminuições no conteúdo da FAS no tecido adiposo. Além disso, houve melhores resultados para o HIIT, em marcadores como: glicemia de jejum, colesterol HDL, sensibilidade à insulina e adiponectina plasmática.

Em outro trabalho, que comparou um protocolo de caminhada intervalada de alta intensidade (IWT) com a caminhada contínua de baixa intensidade (CWT), em indivíduos com pré-obesidade e diabetes tipo II, foram encontrados resultados substanciais para ambos, todavia, o grupo que realizou a caminhada de alta intensidade obteve resultados mais expressivos, a amostra foi constituída por 32 pessoas de ambos os sexos, (12 indivíduos no IWT, 12 no CWT e 8 no grupo controle).

Em relação ao $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, houve um aumento somente para IWT (3,7%). Quanto a massa corporal, no grupo dos indivíduos do IWT ocorreu uma redução de 4,2 kg, entretanto, no CWT houve uma redução mínima de 0,7 kg; na gordura total o grupo IWT diminuiu 3,1 kg enquanto o grupo CWT 0,1 kg; além disso, houve redução maior na gordura abdominal do IWT do que no CWT. Cabe ressaltar também, que ocorreu redução significativa da glicemia de jejum somente no IWT (8.2 mmol/L para 7.5 mmol/L) (KARSTOFT et al, 2012).

Por fim, um estudo publicado recentemente analisou os efeitos de diferentes tipos de exercícios com intuito de verificar mudanças na composição corporal de adultos sedentários com pré-obesidade e obesidade. A amostra foi composta por 55 indivíduos de ambos os sexos. Os exercícios realizados foram: HIIT, treinamento resistido (TR), HIIT e TR ou somente orientação nutricional.

Os resultados mostraram que ocorreu uma diminuição do peso corporal total e também uma redução nas medidas locais de gordura abdominal, do tronco, dos braços e das pernas para todos os grupos, não obstante, o HIIT mostrou a menor prevalência dos indivíduos não diminuírem os marcadores de composição corporal, além disso, o grupo do HIIT apresentou menores taxas de respostas anormais. Por conseguinte, cabe ressaltar que o HIIT sugeriu ser o protocolo mais eficiente para a recomposição corporal (RAMÍREZ-VÉLEZ et al., 2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os estudos citados, percebe-se que a obesidade não pode ser vista apenas de maneira estética ou como o aumento do peso e da gordura

abdominal, visto que, de acordo com os trabalhos citados, o tecido adiposo tem a capacidade de secretar diversas citocinas inflamatórias (TNF- α , IL-6, IL-1 β , resistina), o que aumenta o risco do desenvolvimento das patologias que mais geram mortes no mundo. Ademais, é sugerido que pode haver uma diminuição na sinalização para substâncias anorexígenas (POMC e CART), devido a uma má ação do hormônio leptina, responsável pela saciedade, logo, resultando em possíveis distúrbios alimentares.

Outro ponto relevante, corroborado por estudos, é que a possibilidade de pessoas obesas saírem desse quadro clínico é mínima. Destarte, mostra-se a complexidade desta doença. Com isso, é de refletir se as abordagens convencionais para o seu tratamento são eficientes, pois estudos apontam que apenas dietas hipocalóricas, procedimentos estéticos e exercícios de baixa intensidade não promovem adaptações que reverterão o quadro clínico e funcional de indivíduos com pré-obesidade e obesidade.

Diante disso, a maior parte da literatura é consistente sobre as recomendações de exercícios para a prevenção e o tratamento da adiposidade excessiva, priorizando intensidade leves a moderadas e de tempo prolongado, porém é discutível a sua eficácia e sua adesão. No entanto, protocolos de alta intensidade como: HIIT, SIT e até mesmo caminhadas intervaladas de alta intensidade, vêm se destacando como procedimentos mais eficientes em parâmetros de celeridade, adesão e repercussões fisiológicas importantes. Outrossim, exercícios em maiores intensidades parecem proporcionar melhores resultados. Portanto, desde a década de 90 já era evidenciado que a intensidade poderia ser uma das variáveis mais importantes.

Portanto, é preconizado que o treinamento intervalado de alta intensidade, com esforços de 80% a 95% do VO_{2max} ou da FC_{max} , intercalado com recuperações ativas ou passivas, seja mais eficiente que os demais tipos de exercícios de baixa ou moderada intensidade. Os benéficos superiores que foram relatados segundo os estudos citados são: maior redução do tecido adiposo e da gordura visceral; diminuição do estresse oxidativo; melhores parâmetros cardiovasculares; melhor função endotelial; diminuição da expressão de enzimas lipogênicas, (FATP-1 e Ácido Graxo Sintase; melhoras superiores na sinalização da insulina no músculo esquelético e aumento exponencial de AMPK e PGC-1 α , que são responsáveis pela biogênese e melhora da capacidade mitocondrial. Além do

mais, houve melhores respostas de aumento no $VO_2^{m\acute{a}x}$, o qual é considerado um fator determinante do emagrecimento a longo prazo.

REFERÊNCIAS

ABDELBASSET, W. et al. Um ensaio controlado randomizado sobre a eficácia do exercício intervalado de alta intensidade de 8 semanas em triglicerídeos intra-hepáticos, lipídios viscerais e qualidade de vida relacionada à saúde em pacientes obesos diabéticos com doença hepática gordurosa não alcoólica. **Medicine**, Giza, EG, v. 92, n. 12, p. 14918, mar. 2019. Acesso em: 2 set. 2020.

FACULDADE AMERICANA DE MEDICINA ESPORTIVA, ACSM, **Diretrizes do American College of Sports Medicine para os testes de esforço e sua prescrição**. 9. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan Ltda, 2014. Acesso em: 13 out. 2020.

FACULDADE AMERICANA DE MEDICINA ESPORTIVA. Posição do Colégio Americano de Medicina Esportiva. Modelos de progressão no treinamento de resistência para adultos saudáveis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Michigan, USA, v. 41, n. 3, p. 687-708, mar. 2009. Acesso em: 13 out. 2020.

ASILAH ZA'DON, N. et al. O treinamento intervalado de alta intensidade induziu as expressões genéticas PGC-1 α e AdipoR1 e melhor sensibilidade à insulina em indivíduos obesos. **The Medical Journal of Malaysia**, Kuala Lumpur, MY, v. 74, n. 6, p. 461-467, dez. 2019. Acesso em: 2 set. 2020.

BAHIA, L. et al. Os custos das doenças relacionadas ao sobrepeso e obesidade no sistema público brasileiro de saúde: estudo transversal. **BMC Public Health**, Rio de Janeiro, BR, v. 12, n. 440, p. 2-7, jun. 2012. Acesso em: 2 set. 2020.

BAI, J. et al. Relação entre adiponectina e testosterona em pacientes com diabetes tipo 2. **Biochemia Medica**, China, v. 21, n. 1, p. 65-70, fev. 2011. Acesso em: 2 set. 2020.

BERGE, J. et al. Associações entre aptidão cardiorrespiratória e perda de peso em pacientes com obesidade grave submetida a um programa intensivo de intervenção de estilo de vida: estudo retrospectivo de coorte. **BMC endocrine disorders**, Oslo, NO, v. 19, n. 1, p. 1-9. Jul. 2019. Acesso em: 27 out. 2020.

BUCKINX, F. et al. Adaptação muscular em resposta a um treinamento intervalado de alta intensidade em idosos obesos: efeito da distribuição diária de consumo de proteínas. **Aging Clinical Experimental Research**, Montreal, CA, v. 31, n. 6, p. 863-874, fev. 2019. Acesso em: 2 set. 2020.

CARVALHO, D. et al. Tendência temporal dos indicadores de obesidade adulta nas capitais brasileiras, 2006-2013. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, BR, v. 21, n. 4, p. 1061-1069, abr. 2016. Acesso em: 2 set. 2020.

CHANDRAN, M. et al. Adiponectina: Mais do que apenas mais um hormônio celular obeso?. **Diabetes Care**, San Diego, v. 26, n. 8, p. 2442-2450, ago. 2003. Acesso em: 8 out. 2020.

CHAWLA, A.; Nguyen, K.D.; Goh, Y.P.S. Inflamação mediada por macrófago em doença metabólica. **Nature Reviews Immunology**, San Francisco, USA, v. 11, n. 11, p. 738–749, jun. 2012. Acesso em: 2 set. 2020.

DI CESARE, M. et al. Tendências no índice de massa corporal adulta em 200 países de 1975 a 2016: uma análise agrupada de 1698 estudos de medição de base populacional com 19,2 milhões de participantes. **Lancet**, Londres, UK, v. 387, n. 10026, p. 1377-1396, abr. 2016. Acesso em: 2 set. 2020.

FILDES, A. et al. Probabilidade de uma pessoa obesa atingir peso corporal normal: estudo de coorte usando registros eletrônicos de saúde. **American Journal of Public Health**, Londres, UK, v. 105, n. 9, p. 54-59, set. 2015. Acesso em: 13 out. 2020.

FLEGAL, K. et al. Prevalência de Obesidade e Tendências na Distribuição do Índice de Massa Corporal entre adultos dos EUA, 1999-2010. **JAMA**, Estados Unidos, EUA, v. 307, n. 5, p. 491-497, fev. 2012. Acesso em: 2 set. 2020.

FRANCISCHI, R., et al. Obesidade: atualização sobre sua sobre etiologia, morbidade e tratamento. **Revista de Nutrição**, campinas, SP, v. 13, n. 1, p. 17-28, jan/abr. 2000. Acesso em: 8 set. 2020.

FUNAHASHI, T.; MATSUZAWA, Y.; KIHARA, S. Adiponectina como um potencial ator-chave na síndrome metabólica Insights sobre aterosclerose, diabetes e câncer. **International Congress Series**, Osaka, JP, v. 1262, p. 368-371. 2004. Acesso em: 8 out. 2020.

GIBALA, M.; GILLEN, J.; PERCIVAL M. Adaptações fisiológicas e relacionadas à saúde para treinamento intervalado de baixo volume: influências da nutrição e do sexo. **Sports Medicine**, Hamilton, CA, v. 44, n. 2, p. 127-137, nov. 2014. Acesso em: 20 out. 2020.

GIBALA, M.; MCGEE, S. Adaptações metabólicas para treinamento intervalado de alta intensidade de curto prazo: um pouco de dor por muito ganho?. **the American College of Sports Medicine**, Canadá, v. 36, n. 2, p. 35-58, abr. 2008. Acesso em: 20 out. 2020.

GÓMEZ-AMBROSI, J.; FRÜHBECK G. A resistina e as moléculas semelhantes à resistência também ligam a obesidade a doenças inflamatórias? **Annals of internal medicine**, v. 135, n. 4., p. 306-307, ago. 2001. Acesso em: 1 out. 2020.

GREGOR, M.; HOTAMISLIGIL, G. Mecanismos Inflamatórios na Obesidade. **annual review of immunology**, Londres, UK, v. 29, n. 1, p. 415-445, jan. 2011. Acesso em: 2 set. 2020.

HOTAMISLIGIL, G.; SHARGILL, N.S.; SPIEGELMAN, B. M. Expressão adiposa da necrose tumoral Fator-x: Papel direto na resistência à insulina ligada à obesidade. **Science**, Boston, MA, v. 259, n. 5091, p. 87-91, jan. 1993. Acesso em: 22 set. 2020.

HOTTA, K., et al. Concentrações plasmáticas de uma proteína nova, adiposa específica, adiponectina, em pacientes diabéticos tipo 2. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, Dallas, EUA, v. 20, n. 6, p. 1595-1599, out. 2012. Acesso em: 2 set. 2020.

KAC, G.; VELÁSQUEZ-MELÉNDEZ, G. A transição nutricional e a epidemiologia da obesidade na América Latina. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 4-5. 2003. Acesso em: 8 set. 2020.

KARSTOFT, K. et al. Os efeitos do treinamento de caminhada de intervalo de vida livre no controle glicêmico, composição corporal e aptidão física em pacientes com diabetes tipo 2. **Diabetes Care**, Odense, Dinamarca, v. 36, n. 2, p. 228-236, set. 2012. Acesso em: 23 out. 2020.

KELLEY, G., Kelley K. Efeitos do exercício no tratamento de crianças e adolescentes com sobrepeso e obesos: revisão sistemática das meta-análises. **Journal of Obesity**, Morgantown, EUA, v. 2013, p. 1-10, dez. 2013. Acesso em: 2 set. 2020.

KERSHAW, E.; FLIER J. Tecido adiposo como órgão endócrino. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Massachusetts, USA, v. 89, n. 6, p. 2548-2556, jun. 2004. Acesso em: 15 set. 2020.

KHAN, M.; JOSEPH. F. Tecido adiposo e Adipokines: Associação com e Aplicação de Adipokines na Obesidade. **Scientifica**, Chester, UK, p. 1-7, jun./set. 2014. Acesso em: 29 set. 2020.

MARKIEWICZ, B., et al. Concentrações de soro de TNF-a e receptores solúveis de TNF-a na obesidade. **International Journal of Obesity**, Medykow, PL, v. 24, n. 11, p. 1392-1395, out./ fev. 2000. Acesso em: 22 set. 2020.

MCTERNAN, P., et al. Aumento do rene resisti e expressão proteica no tecido adiposo abdominal humano. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, Birmingham, UK, v. 87, n. 5, p. 2407-2410, mai. 2002. Acesso em: 1 out. 2020.

MEDICINA NET. **Classificação Internacional de Doenças - CID10**, 2012. Disponível em: https://www.medicinanet.com.br/cid10/1480/e66_obesidade.htm. Acesso em: 2 set. 2020.

MENDONÇA, C.; ANTONIO L. Aspectos das práticas alimentares e da atividade física como determinantes do crescimento do sobrepeso/obesidade no Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 3, p. 698-709, mai/jun. 2004. Acesso em: 8 set. 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico**, 2018. Acesso em: 8 set. 2020.

MONTAZERIFAR, F., et al. Obesidade, Resistência do Soro e Leptina Níveis ligados à Doença Arterial Coronariana. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, Zahedan, IRI, v. 107, n. 4, p. 348-353, out. 2016. Acesso em: 29 set. 2020.

NAVES, J. et al. Efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade vs. Treinamento de intervalo sprint em medidas antropométricas e aptidão cardiorrespiratória em mulheres jovens saudáveis. **Frontiers in Physiology**, Colombia, v. 9, p. 1738, jun./dez. 2018. Acesso em: 20 out. 2020.

OMS/OPAS. **37ª Sessão da Subcomissão de Planejamento e Programação do Comitê Executivo**. 2003. Acesso em: 8 set. 2020.

OUCHI, N., et al. Novo Modulador para Moléculas de Adesão Endotelial Adiponectina. **Semantic Scholar**, Osaka, JP, v. 100, n. 25, p. 2473-2476, out. 1999. Acesso em: 8 out. 2020.

OUERGHI, N., et al. Efeito do treinamento intervalado de alta intensidade na concentração de omentina-1 plasmática em jovens com sobrepeso/obesidade e peso normal. **The European Journal of Obesity**, Kef, Tunisia, v. 10, n. 4, p. 323–331, out. / ago. 2017. Acesso em: 2 set. 2020.

OYEBODE, O. et al. Consumo de frutas e hortaliças e todas as causas, câncer e mortalidade por DCV: análise dos dados da Pesquisa de Saúde para a Inglaterra. **Journal of Epidemiology and Community Health**, Londres, UK, v. 9 n. 68, p. 856–862, out. / mar. 2014. Acesso em: 2 set. 2020.

PHILIP, A., et al. Expressão de adiponectina da relação do tecido adiposo humano com a obesidade, resistência à insulina e expressão do fator de necrose tumoral. **American Diabetes Association**, Little Rock, Arkansas, USA, v.52, n. 7, p. 1779-1785, jul. 2003. Acesso em: 22 set. 2020.

RAMÍREZ-VÉLEZ, R. et al. A perda de peso após 12 semanas de exercício e/ou orientação nutricional não é obrigatória para mudanças induzidas em índices locais de gordura/massa magra em adultos com excesso de adiposidade. **Nutrients**, Colombia, v. 12, n. 8, p. 2231, jun./ jul. 2020. Acesso em: 23 out. 2020.

SAVAGE, D. et al. Resistina / expressão em relação à obesidade e peroxisome proliferador-ativada receptor-gama ação em humanos. **Diabetes**, Cambridge, UK, v. 50, n. 10, p. 2199-2202, out. 2001. Acesso em: 1 out. 2020.

SCHERER, P. et al. Uma nova proteína soro semelhante ao C1q, produzida exclusivamente em Adipócitos. **Journal Of Biological Chemistry**, Cambridge, Massachusetts, v. 270, n. 45, p. 26746 –26749, nov./ set. 1995. Acesso em: 8 out. 2020.

SPRANGER, J. et al. Adiponectina e proteção contra diabetes mellitus tipo 2. **The Lancet**, Germany, v. 361, n. 9353, p. 226–228, jan. 2003. Acesso em: 8 out. 2020.

STEPPAN, C. et al. O hormônio resistin liga a obesidade ao diabetes. **Nature**, Pennsylvania, USA, v. 409, n. 6818, p. 307-312, jan. 2001. Acesso em: 1 out. 2020.

TJØNNA, E. et al. Treinamento de intervalo aeróbico versus exercício moderado contínuo como tratamento para a síndrome metabólica - "Um Estudo Piloto". **Circulation**, Trondheim, Noruega, v. 118, n. 4, p. 346–354, nov. 2009. Acesso em: 23 out. 2020.

TREMBLAY, A.; SIMONEAU, J.A.; BOUCHARD, C. Impacto da intensidade do exercício na gordura corporal e metabolismo muscular esquelético. **Metabolism**, Quebec, Canadá, v. 43, n. 7, p. 814-818, jul. 1994. Acesso em: 23 out. 2020.

UYSAL, K., et al. Proteção contra resistência à insulina induzida pela obesidade em camundongos sem função TNF- α . **Letters To Nature**, Boston, USA, v. 389, n. 6652, p. 610-614, out. 1997. Acesso em: 22 set. 2020.

WEISBERG, S., et al. Obesidade está associada ao acúmulo de macrófago no tecido adiposo. **Journal of Clinical Investigation**, New York, USA, v. 112, n. 12, p. 1796–1808, dez. 2003. Acesso em: 2 set. 2020.

WELLEN, K.; HOTAMISLIGIL G. Alterações inflamatórias induzidas pela obesidade no tecido adiposo. **The Journal of Clinical Research**, Massachusetts, EUA, v. 112, n. 12, p. 1785-1788, dez. 2003. Acesso em: 15 set. 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Obesity: preventing and managing the global epidemic**, 2000. Acesso em: 8 set. 2020.

ZHANG, H., et al. Efeitos comparáveis do treinamento intervalado de alta intensidade e treinamento prolongado de exercícios contínuos na redução de gordura visceral abdominal em mulheres jovens obesas. **Journal of Diabetes Research**, China, p. 1-9, nov./jan. 2017. Acesso em: 20 out. 2020.