

Efeitos comparativos do treino de Crossfit ® vs. Pádel em indicadores de saúde

Dissertação apresentada com vista à obtenção do 2º ciclo em Atividade Física e Saúde, da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, ao abrigo do Decreto-Lei nº 74/2006, de 24 de março, na redação dada pelo Decreto-Lei nº 65/2018 de 16 de agosto.

Orientador: Professor Doutor José Carlos Rodrigues Dias Ribeiro

Coorientador: Professor Doutor António Alexandre M. Ribeiro de Ascensão

Bruno Miguel Ferreira Rocha

Porto, 2019

Rocha, B. M. F. (2019). Efeitos comparativos do treino de Crossfit ® vs. Pádel em indicadores de saúde. Tese para a obtenção do grau de Mestre em Atividade física e saúde, apresentado à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Palavras-chave: CROSSFIT®, PÁDEL, TREINO FUNCIONAL, ATIVIDADE FÍSICA, SAÚDE

Financiamento

Esta dissertação foi apoiada pela Fundação para Ciência e a Tecnologia, através do Projeto FCT/UID/DTP/00617/2019.



Agradecimentos

Toda os grandes projetos académicos acarretam consigo um sentido de maturidade intelectual que deve ser sempre transportado para os desígnios profissionais e sociais de cada um. Apesar do trabalho individual, quero salientar todo um conjunto de contribuições que me são relevantes.

Quero agradecer primeiramente á minha família. À minha mãe pelo apoio incondicional e amor devoto em todas as fases da vida. De seguida ao meu pai por me ensinar que a disciplina é regida por hábitos e trabalho contínuo. Ao meu irmão por lutar comigo nesta área e me obrigar a nunca parar de desenvolver.

A todos os professores que lecionaram nas unidades curriculares do Mestrado e acrescentarem sabedoria e fundamento que me permitiram realizar este trabalho.

Ao, agora distante, Professor António Ascensão, o mais sincero obrigado pelas palavras de sossego e ponderação na fase mais difícil do projeto.

Ao Professor José Ribeiro por me acolher e coordenar pacientemente em quase toda a fase de escrita desta tese.

A todos os participantes, pela disponibilidade e amabilidade, que foram fulcrais para que todo este processo se pudesse desenrolar.

Um grande obrigado a todos os amigos que tive o prazer de fazer.

E, finalmente, um grande obrigado à minha namorada e futura esposa, pela exigência, incentivo e dedicação em todos os patamares da nossa vida.

A todos vocês, o meu mais sincero obrigado.

Índice

Agradecimentos	v
Lista de Figuras.....	ix
Lista de Abreviaturas.....	xiii
Resumo	xv
Abstract	xvii
Introdução	1
.....	1
Revisão da Literatura	7
Atividade Física.....	9
Pádel.....	10
Crossfit ®	11
Objetivos e Hipóteses	15
Objetivos Gerais	17
Objetivos Específicos.....	17
Hipóteses	17
Metodologia.....	19
Amostra.....	21
Procedimentos	21
Requisitos de Inclusão.....	21
Testes/Materiais	22
Testes de Laboratório	22
Testes Fisiológicos	24
Regimes de Treino.....	26
Análise e Procedimentos Estatísticos	27
Resultados	29
Discussão.....	43
Limitações.....	48
Conclusões.....	51
Bibliografia.....	55

Lista de Figuras

Figura 1. A obesidade em Portugal (dados retirados do Instituto Nacional de Estatística, 2014).....	9
Figura 2. Gráfico do percentual da Massa Gorda em ambas as modalidades .	33
Figura 3. Desenvolvimento do conteúdo mineral ósseo entre momentos	34
Figura 4. Desenvolvimento da Densidade Mineral Óssea entre momentos	34
Figura 5. Desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória entre momentos	36
Figura 6. Desenvolvimento do da variável Hemoglobina Glicada nos dois momentos de avaliação	39
Figura 7. Desenvolvimento dos níveis de glucose nos dois momentos de avaliação	39
Figura 8. Desenvolvimento da Lipoproteína de alta densidade nos dois momentos de avaliação	40
Figura 9. Desenvolvimento dos níveis de triglicerídeos nos dois momentos de avaliação	41
Figura 10. Desenvolvimento do colesterol total nos dois momentos de avaliação	41

Lista de Tabelas

Tabela 1. Aptidões físicas desenvolvidas na metodologia do Crossfit ®.....	12
Tabela 2. Subcategorias do Crossfit ®.....	13
Tabela 3. Características da amostra pré treino entre grupos	31
Tabela 4. Resultados da Densidade Mineral Óssea, Conteúdo Mineral Ósseo e Massa Gorda no Pré e Pós Intervenção	32
Tabela 5. Anova de medidas repetidas para BMD, BMC e %MG	33
Tabela 6. Desenvolvimento do VO2 máx entre momentos	35
Tabela 7. Anova de Medidas repetidas para ambas as modalidades	35
Tabela 8 Médias e desvio padrão dos parâmetros fisiológicos	37
Tabela 9 Significância entre modalidades antes do início do programa.....	38
Tabela 10 Anova dos parâmetros fisiológicos entre momentos em ambas as modalidades	38

Lista de Abreviaturas

AF - Atividade Física

ACSM - American College of sports and Medicine

BMC – Bone Mineral Content (Conteúdo Mineral Ósseo)

BMD – Bone Mineral Density (Densidade Mineral Óssea)

CF - Crossfit ®

DCV - Doenças cardiovasculares

DEXA – Dual Energy X-ray Absorptiometry

GL - Glucose

HbA1c - Hemoglobina Glicada

HDL - High density lipoprotein

HIIT - High intensity interval training

TC - Colesterol total

TG - Triglicerídeos

PFK - Fosfofrutoquinase

VO₂ Máx.- Consumo máximo de oxigénio

Resumo

A obesidade e as doenças coronárias constituem hoje em dia um problema de saúde à escala mundial. Apesar de ainda existir alguma resistência ou ceticismo relativamente à eficácia do exercício como arma de combate a este tipo de malefícios, começam a surgir novas formas e práticas para exercitar. O Pádel e o Crossfit® são duas modalidades relativamente recentes e com pouco conhecimento científico acerca dos benefícios para a saúde cardiovascular, metabólica e músculo-esquelética.

Neste sentido, o objetivo desta dissertação foi comparar qual destas novas tendências era capaz de produzir melhores resultados em indicadores de saúde.

A amostra consistiu em 22 participantes adultos, divididos pelas duas modalidades, sendo que 12 pertenciam ao grupo de Crossfit® e 10 ao grupo de Pádel. Cada grupo realizou no mínimo três sessões semanais de treino durante seis meses. Cada um dos participantes foi analisado quanto à massa gorda, saúde do osso, perfil lipídico, glicose sanguínea e à capacidade máxima de oxigénio. Houve resultados significativos entre grupos, sendo que ao nível dos parâmetros fisiológicos, como os triglicerídeos, glucose, hemoglobina glicada, colesterol total e colesterol HDL, o grupo do Crossfit® mostrou melhores resultados.

Não se evidenciaram diferenças significativas no consumo máximo de oxigénio e na análise feita pelo *DEXA*, assim como a densidade mineral óssea e conteúdo mineral ósseo, que também não revelaram significância entre grupos. Existiram ainda melhorias mais evidentes no percentual da massa gorda no grupo de Crossfit®.

Os dados obtidos sugerem que as intervenções feitas pelo programa de treino funcional promovem adaptações fisiológicas e condutas mais saudáveis para os seus praticantes, deixando uma porta aberta para soluções não farmacológicas contra a obesidade e doenças coronárias.

Palavras-chave: CROSSFIT®, PÁDEL, TREINO FUNCIONAL, ATIVIDADE FÍSICA, SAÚDE.

Abstract

Obesity and heart diseases are a worldwide threat to health. Even though still exist some skepticism and resistance to the efficiency of exercise as a weapon against this sort of evil. Paddle tennis and CrossFit® are two recent modalities with little knowing to the scientific community regarding health of metabolic, cardiovascular and skeletal muscle.

In this sense, the aim of this study was to compare which of these new trends produced better results in some health markers.

The sample consisted by 22 adult participants, divided by both modalities, 12 of them belonged to the CrossFit® group and 10 to the Paddle group.

Each group did at least three weekly sessions during a six-month period. Participants were evaluated regarding the percentage of fat mass, bone health, lipidic profile, blood glucose and maximal oxygen consumption. There were significant results between groups in both times of the observation, being that relatively to physiologic parameters, glycated hemoglobin, glucose, triglycerides, total cholesterol and HDL cholesterol, the CrossFit group showed better results.

We didn't found any statistical significance on the maximum oxygen consumption nor on bone mineral density and bone mass content.

However, the percentage of fat mass was significantly lower in the CrossFit group.

The data obtained suggest that, interventions made by the functional training method promote physiologic adaptations and healthier conducts to their practitioners, leaving an open door to non-pharmacologic solutions against obesity and heart diseases.

Keywords: CROSSFIT®, PÁDEL, FUNCTIONAL TRAINING, PHYSICAL ACTIVITY, HEALTH.

Introdução

A prática regular de atividade física (AF) e de exercício tem sido associado a uma melhoria da qualidade de vida, particularmente através da redução de alguns dos fatores de risco de doença cardiovascular (DCV), sendo que as recomendações atuais relativamente à prática da AF preconizam 150 minutos de AF moderada a vigorosa durante 5 dias da semana, ou 75 minutos de AF vigorosa em pelo menos 3 dias da semana.

Entre as diferentes propostas de prática regular de AF podemos destacar diversos métodos de treino, sendo que entre eles, pelo tempo despendido na sua execução, e pelos resultados obtidos na redução de fatores de risco de DCV, o treino intervalado de alta intensidade (*High Intensity Interval Training- HIIT*) é uma das propostas.

Os treinos funcionais intervalados de alta intensidade têm vindo a crescer a uma velocidade alucinante, muito devido ao aparecimento do Crossfit®, tanto a nível recreacional, como competitivo. O Crossfit® é um modo de treino dominado pela alta intensidade em períodos de tempo curtos. Este regime tenta que todos os sistemas energéticos trabalhem de maneira integrada e balanceada, não se focando unicamente numa só componente de treino, ao contrário dos programas de ginásio convencionais (Heinrich, Carlisle, Kehler, & Cosgrove, 2017). Os exercícios divergem constantemente e são sempre diversificados. Os treinos são organizados em sessões diárias designadas por *WOD's* (workout of the day). O seu fundador, Greg Glassman (2014), descreve-o como um programa de força e condicionamento físico, baseado em movimentos funcionais, divididos em três modalidades: halterofilismo, ginástica e condicionamento metabólico/cardiovascular (Mate-Munoz et al., 2017).

A ginástica compreende exercícios calisténicos, designados para melhorar o controlo do movimento com o corpo, como por exemplo, agachamentos, elevações, subidas à corda, flexões. No halterofilismo são englobados todos os movimentos que apresentem uma carga externa, como supino, agachamento com barra, peso morto, arranques, arremessos, entre outros. A nível cardiovascular, o condicionamento metabólico remete a movimentos que oferecem pouca resistência e são designados para criar fadiga. Estas sessões são compostas por exercícios aeróbicos e anaeróbicos com períodos de descanso controlados como por exemplo, ciclismo, remo, corrida, natação e até mesmo salto á corda (Smith, Sommer, Starkoff, & Devor, 2013).

Apesar do *American College of Sports Medicine* sugerir que o Crossfit® foi o motivo pelo qual o HIIT (High Intensity Interval Training) ficou tão bem colocado nos *Rankings* anuais das tendências desportivas mais praticadas, criou um consenso escrito que associou o alto risco de lesão proveniente dos programas de Crossfit®, alegando que as influências positivas eram reconhecidas, mas que, existia um risco ao nível músculo-esquelético desproporcional proveniente das exigências do programa, muitas das quais pelo alto rigor técnico exigido durante longos períodos de tempo (Thompson, 2017).

Esta desproporção é proveniente da fadiga acumulada durante os treinos que leva à inibição de contração muscular devido ao acumular de produtos metabólicos, como é o caso do lactato (McCully, Authier, Olive, & Clark, 2002). Os aumentos das concentrações de lactato diminuem tanto as capacidades contráteis do músculo, pelo acumular de iões de hidrogénio que reduzem o Ph e aumentam a acidose muscular, como pela inibição da fosfofrutoquinase (PFK). Esta fadiga muscular é refletida por diversas variáveis mecânicas (velocidade, força, *power output*, etc...) resultando das várias propriedades contráteis do músculo ou do seu controlo neuromuscular.

Apesar do risco associado à prática de Crossfit® a sua atratividade cresce ano após ano, facto visível pelo aumento do número de praticantes, devido ao constante desenvolvimento de técnicas e competências a cada aula, pelo estabelecimento de metas e tempos que implicam a evolução do praticante evitando a sua estagnação. Esta modalidade requer pouco tempo no dia-a-dia de quem a pratica pela junção de padrões de movimentos compostos extremamente exigentes ao nível físico (Kluszczewicz et al., 2015).

Deve-se ter em conta num planeamento de Crossfit® que o exercício cria alterações dentro do ambiente interno que tanto pode ser benéfico como perigoso. Uma das maneiras de calcular a flutuação dessa homeostasia é através da avaliação de indicadores fisiológicos do stress oxidativo (Powers & Jackson, 2008).

Num estudo feito em 2013 com 132 participantes de Crossfit®, 74% sofreram pelo menos uma lesão ao nível do ombro, lombar e cotovelos (Hak, Hodzovic, & Hickey, 2013) realçando o já dito anteriormente, ou seja, que a exigência técnica de alguns movimentos e as horas de treino da maior parte dos

praticantes não são suficientes para suprir a exigência muscular resultante da ginástica e do halterofilismo sobre a fadiga.

O Crossfit ® afirma que todos os parâmetros de saúde estão incluídos e ordenados num continuum que varia entre “Doente- Bem- Saudável”. Tomando o exemplo dos HDL-c (High density Lipoprotein- Cholesterol): com menos de 35 mg/dL, é considerado um fator de risco, 50 mg/dL é bom, 75 mg/dL é bem melhor”, de acordo com o *Crossfit Journal*. (Glassman, 2014).

Estes indicadores, como a pressão arterial, triglicerídeos, densidade mineral óssea, massa magra, massa gorda e hemoglobina glicada são preditores de doença crónica (obesidade, diabetes de tipo 2, doença coronária, AVC, cancro...) e a medicina atenua os efeitos das doenças crónicas, pois estes são apenas sintomáticos. Utilizam medicamentos para atenuar os efeitos do problema, mas não para o resolver. As doenças cardiovasculares são a principal causa de morte a nível mundial (Cao et al., 2018), resultando de um estilo de vida pouco saudável. O Crossfit® continua a crescer, demonstrando que ao fazer exercícios funcionais, de alta intensidade e variando o estímulo físico sempre que possível, pode atenuar alguns dos fatores de risco metabólico e aumentar o bem-estar individual ao aumentar a sua capacidade de trabalho, melhorando os padrões de movimento.

Outra modalidade que cresce a uma velocidade acentuada é o Pádel. O Pádel é um desporto de raquetes onde são necessários 2 elementos por equipa com um conjunto de regras similar ao ténis convencional, com a diferença de que é jogado entre paredes de vidro e metal sintético e é permitido que a bola toque nas paredes finais e laterais (Courel-Ibanez, Sanchez-Alcaraz Martinez, & Munoz Marin, 2019). Tem maior visibilidade, devido ao maior número de praticantes, nas regiões da América Latina e Espanha (Garcia-Benitez, Courel-Ibanez, Perez-Bilbao, & Felipe, 2018). Dado a tenra idade da modalidade, existe muito pouca informação dos requisitos mais específicos da modalidade e qual o seu impacto nos indicadores de saúde.

Courel-Ibanez et al.(2017) analisaram a eficácia dos jogadores que mais ganhavam e dos que mais perdiam tentando perceber quais seriam os pontos de performance a manter ou a eliminar durante o jogo. 44,3% dos pontos ocorriam por jogadas deliberadas por parte vencedores e 55,7% de erros táticos.

Nas estratégias de pontuação, a localização e posicionamento técnico do jogador durante a jogada tinham uma influência direta no resultado final, ao evitar que houvesse desperdício de energia em deslocamentos (Courel-Ibanez et al., 2019).

Geralmente, a maior parte dos movimentos realizados em campo são pequenos *sprints* de 2-10 segundos, cobrindo distâncias de 8-12 m² dependendo do tipo de terreno em que é jogado e da força e velocidade com que a bola é batida (Martinez-Rodriguez, Roche Collado, & Vicente-Salar, 2014), tendo exigências energéticas muito semelhantes à dos treinos intervalados.

O fator psicossocial também está presente durante o jogo, visto que o par de atletas em jogo tem que cooperar e interagir em ofensivas coletivas e individuais de forma a destabilizar a equipa adversária. Esta competição surge de entre um conjunto de interações técnicas, fisiológicas e psicológicas (Lim, Jang, O'Sullivan, & Oh, 2018).

Como tal, o interesse deste estudo urge também de uma necessidade de dar a conhecer competências ainda pouco estudadas de duas modalidades que têm vindo a apresentar resultados significativos sobre alguns fatores de risco metabólico, na área recreacional e do lazer, tentando preencher algumas lacunas dentro da comunidade científica.

Revisão da Literatura

Atividade Física

Atualmente, é de conhecimento geral que a prática de exercício físico induz uma série de benefícios para a saúde e bem-estar fundamentados a nível científico, no entanto, poucos ainda são os crentes nos benefícios deste mesmo efeito. A obesidade, diabetes e as doenças coronárias são hoje conhecidas como as grandes epidemias do século XXI, tanto nos países desenvolvidos como nos países em desenvolvimento (Philippou, Chryssanthopomicronulos, Maridaki, & Koutsilieris, 2019). Em Portugal, entre 2005 e 2014 a obesidade afetava mais de 1 milhão de adultos portugueses, um equivalente a 16,4% da população, segundo o Instituto Nacional de Estatística (2014). Na figura 1, podemos observar o decorrer dos graus de obesidade ao longos das várias faixas etárias e a tendência para o peso vir a aumentar à medida que a idade vai avançando. De acordo com o Instituto Nacional de Estatística, em 2014, a faixa etária dos 55 e os 64 anos foi a mais afetada pela obesidade (Figura 1).

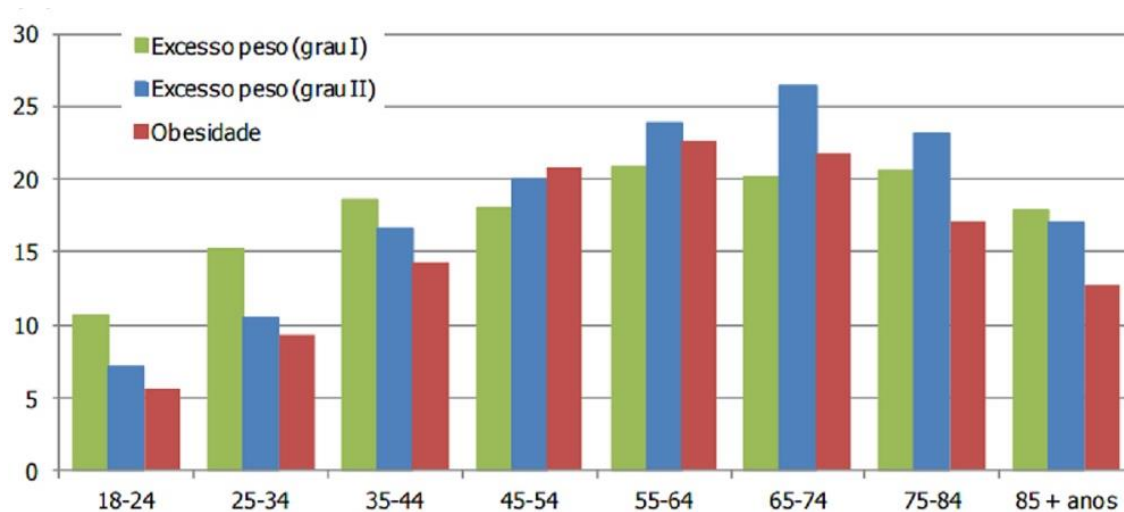


Figura 1. A obesidade em Portugal (dados retirados do Instituto Nacional de Estatística, 2014)

O exercício físico surge como uma maneira pouco dispendiosa, não farmacológica no tratamento desta epidemia e outras doenças não comunicáveis (Mendes, Sousa, & Barata, 2011).

Segundo Mendes (2011) exercício físico é toda a atividade “programada e estruturada” feita repetitivamente com vista à melhoria de algumas

componentes da aptidão física. Apesar dos esforços na promoção da atividade física, com o avançar das tecnologias, vivemos atualmente em ambientes que visam minimizar o movimento humano e, como consequência, o dispêndio energético e atividade muscular são seriamente reduzidos.

Como solução para esta escassez de prática regular e falta de motivação que surge para esta prática, resultante do dia-a-dia *stressante* que se sente atualmente, surgem programas de treino de curta duração com características da alta intensidade ou *HIITs* (*high intensity interval training*).

Os HIITs são caracterizados por breves, mas intensos, períodos de trabalho intercalados com períodos de descanso reduzido (Grace et al., 2018) e são uma forma cientificamente suportada de perda de gordura visceral, redução de risco de enfarte de miocárdio e doenças cardiovasculares, para não dizer que os curtos períodos de treino permitem uma compatibilidade com as longas horas de trabalho diário e atarefado que todos vivem hoje em dia. Apesar de não haver muita literatura científica, Holloway e colaboradores (2015) conduziram um estudo potencialmente vantajoso para a tipologia do *HIIT* que promoveu adaptações no ventrículo esquerdo em ratos hipertensos, sublinhando assim a importância dos treinos intensos na estrutura cardíaca e capacidade hemodinâmica e mecânica em populações animais sedentárias.

Vemos surgir assim, duas modalidades que se destacaram a nível recreacional e estão muito em voga para os iniciantes de qualquer tipo de atividade física.

Pádel

O Pádel é um jogo de raquetes de duplas com um sistema de pontuação do ténis, jogado num campo de sintético e metal enclausurado de 10x20m. É permitido que a bola toque nas paredes laterais e traseiras e que saia inclusive do campo, desde que não exista o segundo toque no chão. Considerando as médias de um estudo de 2014 (Castillo-Rodrigues, Alvero-Cruz, Hernandez-Mendo, & Fernandez-Garcia, 2014), a média de tempo de jogo por set rondava os 25-30 minutos em jogadores recreacionais de nível médio-baixos. Jogos de 60 ou mais minutos podem ser antecipados para este tipo de sujeitos, sendo que o tempo de jogo efetivo era de cerca de 20 minutos (Torres-Luque, Ramirez,

Cabello-Manrique, Nikolaidis, & Alvero-Cruz, 2015) com períodos de recuperação curtos, cerca de 10-20 segundos, respetivamente, intercalado com 90 segundos de pausa para mudanças de campo, sugerindo que pode ser visto como um tipo de atividade intermitente, caracterizada por repetições rápidas de início e quebras, com breves períodos de trabalho máximo e submáximo seguidos de períodos de trabalho menos intenso (Castillo-Rodrigues et al., 2014). Existe muito trabalho fisiológico e físico nas modalidades com raquetes, derivadas da exigência do jogo em estar constantemente a acelerar e desacelerar, mudar de direção, movimentos rápidos e explosivos, balanço constante e gerar repetidamente força suficiente para que haja uma batida ótima com vista à obtenção de ponto. Ao contrário dos jogadores de elite que cobrem distâncias menores a intensidades mais baixas devido às suas capacidades técnico-táticas, os jogadores recreacionais de nível médio-baixo, por jogo, faziam 1900 a 2300 metros durante cada jogo, correspondendo a cerca de 80% do batimento cardíaco máximo e 3 mg/mol de concentração de lactato na corrente sanguínea, segundo Castillo-Rodrigues (2014).

A fácil aplicabilidade das regras, a interação de atividades que varia entre o intenso, com acelerações e mudanças de direção que implicam contrações musculares excêntricas, e o trabalho lento-moderado, confirmado pelos valores do batimento cardíaco, colocam a modalidade como uma alternativa hipotética a ser usada como uma medida preventiva e terapêutica não farmacológica para mitigar ou controlar doenças como diabetes, obesidade e doenças coronárias.

Crossfit ®

Conhecida também como a metodologia de treino de alta intensidade mais efetiva, o Crossfit ® é definido por Glassman (2014) como “o regime de treino focado no aumento da capacidade de trabalho através do tempo e domínios modais”.

Segundo Crawford e colaboradores (2018) a capacidade de trabalho traduz-se na habilidade individual de executar um esforço máximo de trabalho mecânico através de diferentes modalidades, intensidades e domínios utilizando apropriadamente as vias metabólicas correspondentes (fosfocreatina, oxidativo e glicolítico).

Este trabalho ao ser incorporado nas sessões de treino, permite que haja toda uma panóplia de estímulos que permitem ao corpo receber informação motora com o propósito de aumentar a capacidade de trabalho nas seguintes componentes: aptidão cardiovascular/respiratória, estamina, força, flexibilidade, coordenação, pliometria, agilidade, balanço, precisão.

Tabela 1. Aptidões físicas desenvolvidas na metodologia do Crossfit ®

Aptidão respiratória	Trabalho executado de maneira a manter um esforço constante com uma intensidade ligeira a moderada nos músculos por longos períodos de tempo que exijam a captação de oxigénio e uma ligeira tensão nos sistemas cardiorrespiratórios (Bell, 1979).
Força	Capacidade de colocar máxima tensão muscular por breves períodos de tempo. Podem ser divididos em exercícios isométricos, em que a contração exerce uma força igual à resistência que está imóvel. E força isotónica, referente a uma contração contra uma resistência móbil (Bell, 1979).
Coordenação	Exercícios feitos com o mínimo de resistência e que têm a intenção de contruir coerência neuro e intramuscular, através de numerosas e lentas repetições (Bell, 1979).
Flexibilidade	Capacidade para realizar movimentos com determinada amplitude em certas articulações (Bell, 1979).
Pliometria	Alongamento rápido seguido de um encurtamento imediato, utilizando as propriedades elásticas armazenadas durante a fase do alongamento (Racil et al., 2016).
Balanço	Estabilidade produzida pela igual distribuição de força e peso (Farlie et al., 2019).
Precisão	Capacidade de controlo neuromuscular de uma ou mais articulações (Madhavan & Shields, 2007).
Agilidade	Movimento corporal rápido com mudança de velocidade e direção como resposta a um estímulo (Sheppard & Young, 2006).
Estamina	Trabalho aeróbio contínuo e prolongado (Lam et al., 2010).

Podemos dizer que esta metodologia é única no sentido de que requer que os múltiplos sistemas metabólicos trabalhem de maneira integrada e balanceada a cada sessão.

O pico mais intenso das sessões geralmente ocorre durante o WOD (“*Workout Of the Day*”) em que os exercícios são repetidos consecutivamente com poucos ou nenhuns períodos de descanso (Claudino et al., 2018).

Podemos dividir o Crossfit ® em 3 categorias:

Tabela 2. Subcategorias do Crossfit ®

Ginástica	Flexões, afundos elevações, exercícios de argolas ou barra fixa-trabalho calisténico.
Halterofilismo	Arranques, Arremessos, agachamentos, supinos, peso morto-Toda a carga externa aplicada ao exercício.
Atividades cardiovasculares	Correr, remar, pedalar, nadar.

As aulas têm uma duração de cerca de 60 minutos e todos os níveis são tidos em conta, desde os principiantes a atletas que já tenham um fundo desportivo. A fácil adaptação de exercícios torna as sessões de treino sempre intensas numa escala de perceção de esforço.

Objetivos e Hipóteses

Objetivos Gerais

- Saber qual das modalidades provoca alterações mais significativas em parâmetros fisiológicos, clínicos e físicos;

Objetivos Específicos

- Comparar as adaptações produzidas com os regimes de treino modalidades de Crossfit® e Pádel ao nível da percentagem de massa gorda, densidade mineral óssea e no conteúdo mineral ósseo.
- Comparar resultados obtidos após um período de treino de 6 meses em parâmetros clínicos como nos triglicerídeos, colesterol total, colesterol transportado pela Lipoproteína de alta densidade (HDL-C), hemoglobina glicada e glucose.
- Comparar o nível do consumo máximo de oxigénio entre as modalidades, após um programa de intervenção

Hipóteses

Depois de estabelecidos os objetivos a atingir, seguiu-se a elaboração de hipóteses a estudar. Como tal, e de acordo com os objetivos específicos, as hipóteses formuladas foram:

H1 - Existem diferenças significativas, entre modalidades ao nível dos parâmetros clínicos (hemoglobina glicada, glucose, triglicerídeos, colesterol total, HDL-C) nos dois momentos de avaliação.

H2 - Existem diferenças significativas, entre modalidades ao nível dos parâmetros físicos (VO_2) nos dois momentos de avaliação.

H3 - Existem diferenças significativas, entre modalidades ao nível da percentagem de massa gorda, conteúdo mineral ósseo e densidade mineral óssea nos dois momentos de avaliação.

Metodologia

Amostra

A amostra foi constituída por 22 adultos com idades compreendidas entre os 23 e os 55 anos. 10 desses atletas eram provenientes das instalações de Pádel em Monserrate no Porto e os outros 12 da Box Happy Hour em Aveiro. Em ambos os grupos os participantes eram iniciantes nas respetivas modalidades, não as praticando há mais de 3 meses.

Procedimentos

Todos os participantes assinaram um consentimento e foram informados acerca da duração e objetivo do estudo. O estudo foi realizado em conformidade com a Declaração de Helsínquia da Associação Médica Mundial de Estudos Humanos e a Convenção de Oviedo e a aprovação da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Foi também apresentado também o regulamento da Comissão de Ética da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, documento este que visa a integridade e qualidade ética na atividade da Universidade do Porto.

Numa fase inicial foi pedido a todos os participantes que fizessem análises clínicas (em clínicas escolhidas pelos mesmo) à hemoglobina glicada, glucose, triglicerídeos, HDL-C e colesterol total antes de iniciarem os regimes de treino.

Os restantes testes eram feitos no laboratório do CIAFEL, na Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, local para o qual se deslocavam e eram então examinados e testados no DEXA na densidade e conteúdo mineral ósseo, e ao nível da capacidade cardiopulmonar com o teste do VO₂ máximo em passadeira. O espaçamento de tempo entre as análises clínicas e os testes físicos e laboratoriais nunca foram superiores a 48 horas por uma questão de fiabilidade.

Requisitos de Inclusão

Para integrar este estudo foi necessário cumprir alguns critérios, nomeadamente:

- Ser iniciante na prática de qualquer uma das atividades propostas;

- Não ter praticado qualquer tipo de atividade física nos últimos 3 meses;
- Não ter nenhum tipo de dor ou desconforto durante o exercício físico;
- Não ter histórico de lesões (<3 meses);
- Ter idade compreendida entre os 18- 65 anos.

Testes/Materiais

Testes de Laboratório

DEXA

A densidade mineral óssea é um fenótipo multifatorial influenciado pela dieta, características hormonais e atividade física (Darling, Millward, Torgerson, Hewitt, & Lanham-New, 2009). É definida como o rácio de massa por área (g/cm^2) ou volume (g/cm^3) de osso e o principal preditor de fratura osteoporótica (Bonjour, Chevalley, Ferrari, & Rizzoli, 2009). Após a atividade física, os osteócitos (células derivadas dos osteoblastos, pertencentes ao tecido ósseo) detetam mudanças na forma e volume do osso e emitem sinais para aumentar ou diminuir a libertação de mediadores ósseos específicos que vão influenciar a formação de uma camada óssea mais congruente e densa. A atividade física/exercício contribui com 30% na dureza do osso segundo Herbert e colaboradores(2019). Geralmente, atividades que incluam algumas cargas durante a infância traduzem-se em ossos mais fortes e concisos na fase da adolescência, assim como pode também ser um benefício fulcral para as fases mais adultas da vida em zonas como a coluna lombar e colo do fémur (Gunter, Almstedt, & Janz, 2012). Como tal a escolha do teste a aplicar nos participantes de Pádel e Crossfit ® tornou-se fácil tendo sido o DEXA a opção imediata. O DEXA é uma técnica que usa a absorção de raio x para determinar a quantidade óssea numa determinada zona do esqueleto (Checovich & McBeath, 1995).

A análise feita há densidade mineral óssea e conteúdo mineral ósseo foi feita partir do DEXA (modelo Explorer S/N 90365) com scans feitos a três partes pré-determinadas: corpo inteiro, coluna lombar e fémur. Este instrumento emite dois feixes de Raio-x para o osso. Quando o tecido mole (nervos, tendões, peles,

fáscias...) é subtraído, é possível determinar a densidade mineral óssea a partir da absorção de cada raio x pelo osso (Checovich & McBeath, 1995).

A percentagem de massa gorda é obtida de forma semelhante, dois feixes de Raios-x, com dois tipos de energia diferente, passam pelo tecido e, devido às características únicas da gordura e tecido adiposo, o seu cálculo é obtido (Heo et al., 2014).

Avaliação da Aptidão Cardiorrespiratória – VO_2 máximo

Desde sempre a capacidade aeróbia esteve ligada ao atletismo e aos grandes marcos de qualquer modalidade. Entre as duas modalidades em estudo, há esforços constantes em intensidades máximas ou submáximas, portanto o método mais fiável para análise da aptidão cardiorrespiratória, tem sido obtido através da avaliação do consumo máximo de oxigénio ($VO_{2\text{ máx.}}$) numa prova em passadeira rolante.

A mensuração do $VO_{2\text{ máx.}}$ representa o padrão com o qual qualquer estimativa de aptidão cardiorrespiratória é comparada. O $VO_{2\text{ máx.}}$ eleva-se à medida que a carga/velocidade vai aumentando até ser atingida a capacidade máxima do sistema cardiorrespiratório (Shete, Bute, & Deshmukh, 2014).

Todos os participantes iniciaram o teste ao colocar um oxímetro (CareFusion- Oxycon Pro Metabolic Cart) que permite registar os fluxos e volumes gasosos aquando da corrida. O espirómetro mede a capacidade de os pulmões colocarem ar dentro e fora do corpo e com base nesses valores serem calculados valores do volume expiratório, volume de oxigénio, dióxido de carbono, frequência da ventilação e rácio de exerceção respiratória. De seguida, faziam uma pequena caminhada de aquecimento com uma duração de 2 minutos até iniciarem o teste cardiorrespiratório no patamar 6, correspondente a 6 quilómetros por hora. A partir daí a velocidade aumentava dois quilómetros a cada dois minutos até o participante atingir o seu limite. O exame parava caso o examinador visse que o participante não conseguia continuar em segurança, ou caso o participante pedisse para parar a prova durante a corrida, indicando que não conseguiria continuar. A velocidade era reduzida imediatamente, até ao ponto onde o participante conseguisse manter uma caminhada de recuperação.

Testes Fisiológicos

Foram pedidas análises clínicas aos 22 participantes, em clínicas da sua escolha, nas duas fases de teste do estudo, aos parâmetros descritos em seguida.

Hemoglobina Glicada

A determinação das concentrações de hemoglobina glicada é recomendada no diagnóstico e monitorização do tratamento da *diabetes mellitus* (Prosenz et al., 2019). A hemoglobina glicada é continuamente gerada a partir do tempo de vida de uma célula sanguínea vermelha, tendo já sido proposto como indicador de risco e segurança de doenças arteriais coronárias (Orellana-Barrios, Fries, Nugent, & Shurmur, 2019).

Segundo a Direção Geral de Saúde “...a determinação da Hemoglobina Glicada (HbA1c) passa a ser considerada para diagnóstico da diabetes, quando $\geq 6,5\%$...” (DGS, 2012).

Glucose

Indicador dos níveis de açúcar na corrente sanguínea. Uma das principais fontes energéticas ao nível do metabolismo glicolítico, segundo Lowry (2019) a média da glucose plasmática por faixa-etária tem vindo a subir cerca de 0,07 mmol/L de três em três anos ao longo da última década (valores normais rondam 70mg/dL-100mg/dl). Segundo (Biagi et al., 2018) níveis elevados de açúcar no sangue podem ser preditores de futuros portadores de Diabetes de tipo 2.

A resistência à insulina derivada do excesso de glucose na corrente sanguínea leva a um processo inflamatório que pode adversamente afetar a estrutura e função vascular e influenciar grande parte dos órgãos viscerais, levando a disfunções arteriais, redução da densidade capilar e fibroses ao nível do coração, rins e pulmões (Packer & Kitzman, 2018). É, portanto, fulcral a regulação dos níveis de glucose no sangue como fator patogénico na síndrome metabólica (Wolff et al., 2019).

Colesterol HDL

Transportador de colesterol dos tecidos adiposos para o fígado (valores ideais entre 40mg/dL-60mg/dL, quanto mais alto forem os resultados menos o risco de doença cardiovascular). Segundo Ahn e Kim (2016), estas pequenas proteínas são conhecidas como mediadores na prevenção doenças arteriais coronárias pela sua função de redução da coagulação sanguínea ao estimular a secreção de óxido nítrico dentro das células endoteliais, prevenindo também a inflamação ao inibir a expressão de fatores oxidativos e inflamatórios nestas mesmas. Sarzynski et al. (2018) menciona que vários são os estudos feitos na relação benéfica entre o colesterol HDL-C e o exercício, contudo, quase todos com fatores de estudo bastante limitativos, como por exemplo a dosagem-resposta de exercício, tamanhos da amostra, tempos de intervenção e populações de estudo.

Triglicerídeos

Tipo de gordura presente no sangue e ingeridas através da alimentação. Valores normais < 150 mg/dL. Alguns estudos (Triglyceride Coronary Disease Genetics et al., 2010) sugerem que apesar de as condições caracterizadas pelo aumento da concentração de triglicerídeos concentrados serem incertos na causa de doenças artérias coronárias, Wang e colaboradores (2019) indicam que os interesses renovados nos níveis de triglicerídeos geraram uma nova evidência epistemológica e genética, pois alguns investigadores mostraram que os triglicerídeos de 2 a 10 mg/Dl podem-se difundir pela parede arterial e acumular, causando arteriosclerose e levar a comprometimento cardiovascular.

Já na medicina a terapêutica para o tratamento de hipertrigliceridemia passa pela atividade física como alternativa às Estatinas nos casos mais ponderados, “As alterações do estilo de vida são consideradas como a terapêutica principal da hipertrigliceridemia (≥ 150 mg/dL). A adoção e a manutenção de medidas de estilo de vida saudável são muito eficazes e podem diminuir os níveis de triglicéridos até 50%. A adoção de medidas farmacológicas, só deve ser considerada nos doentes que, apesar das mudanças de estilo de vida, mantêm TG > 200 mg/dL e risco cardiovascular alto” (DGS, 2013).

Colesterol Total

Têm aparecido várias *guidelines* que se focam na diminuição das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) como tratamento primário alvo. De acordo com o *National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III* (Grundy et al., 2004) o objetivo a alcançar na LDL é <100mg/dl para pacientes de alto risco e um objetivo mais baixo de <70 mg/dl para pacientes de risco extremamente alto. Apesar de existir tratamento farmacológico, as Estatinas, muitos pacientes experienciam resultados clínicos adversos, referido como risco residual (Arsenault et al., 2009). Os preditores de risco residual incluem fatores lipídicos, de entre os quais as lipoproteínas de alta densidade (HDL), triglicerídeos (TG), lipoproteínas de baixa densidade (LDL) estão quase sempre implicados (Wen, Huang, Lu, & Yuan, 2019).

De acordo com a Fundação Portuguesa de Cardiologia (2019) “os níveis de colesterol total devem situar-se abaixo de 190mg/dl.”

Regimes de Treino

Todos os praticantes deveriam manter um registo de 3 treinos semanais durante as 24 semanas do estudo, tentando acumular um total de 72 sessões.

Grupo de Crossfit®

Os 12 participantes deste grupo seguiram o planeamento feito com turmas de treino normal. Acreditamos que não seria o ideal e credível para os resultados no estudo, criar um programa específico. Os participantes podiam escolher quais os dias da semana em que iam e nunca lhes era dado conhecimento do treino previamente. Os planos de treino eram feitos semanalmente da seguinte maneira:

Segunda-Feira - treino aeróbio, (por exemplo 3x 12 minutos de remo com 4 de descanso, 5x 500metros+500 metros de corrida com 1 minutos de descanso entre repetições e 4 de descanso entre séries, etc.);

Terça-Feira - Aula focada no halterofilismo com 30-40 minutos dedicado a aperfeiçoamento de técnica de *Snatch* ou *Clean & Jerk* seguida de um WOD (" *Workout of the Day*) onde esses elementos eram incluídos;

Quarta-Feira - Dia de Cargas acima dos 85% da Repetição Máxima em exercícios direcionados para a vertente do *Powerlifting* como o Agachamento, supino e peso morto;

Quinta-Feira - Dia da componente de Ginástica, onde o foco da aula seria o de exercícios com peso corporal, como as elevações, afundo, subida de bicos na barra entre outros;

Sexta-Feira - Treino Anaeróbio, alta intensidade com períodos de recuperação curtos (EMOM's; Amraps, Tabatas, etc.);

Sábado - Dia de componente mais didática onde o treino era feito em equipa e não tinha o rigor da programação do resto dos dias da semana.

Grupo de Pádel

Ao contrário do grupo de Crossfit®, os atletas do Pádel não tinham dias específicos para treinar gestos técnicos ou de preparação física. Os seus treinos consistiam em jogos com outros atletas e torneios aos fins de semana. Como o foco deste estudo é o de examinar as duas modalidades a nível da saúde e lazer, não achamos por bem alterar o conceito das aulas de Pádel recreativo e colocar um treinador da modalidade, apenas lhes foi pedido que treinassem regularmente três vezes por semana.

Análise e Procedimentos Estatísticos

Após a recolha e organização da informação, passamos ao tratamento da mesma, e, para tal, foram utilizadas as medidas de estatística descritiva média (medida de tendência central), variância e desvio padrão (DP).

A normalidade e a homogeneidade foram testadas usando o teste de Levene e Shapiro Wilks. O teste Shapiro-Wilks (S-W) mostrou a existência de normalidade na distribuição dos dados na maioria das variáveis em causa no

estudo, salvo os triglicerídeos que se afastaram ligeiramente da distribuição normal.

Para comparar as médias dos valores de VO₂máx, % massa gorda, densidade mineral óssea (BMD), conteúdo mineral ósseo (BMC), triglicerídeos (TG), glucose (GL), hemoglobina glicada (HMB), colesterol total (TC) e lipoproteínas de alta densidade (HDL-C) dentro e entre sujeitos, foi executada uma ANOVA de medidas repetidas com a comparação em Post-hoc de Bonferroni. A esfericidade foi verificada pelo teste de Mauchly e, quando violada, era corrigida pelas estimativas de Huynh-Feldt. Todos os procedimentos estatísticos foram feitos utilizando o SPSS 24 (IBM Corp. ©). O nível de significância estatística foi de $\alpha=0.05$.

Resultados

As principais características dos participantes antes da implementação dos treinos são apresentadas na tabela 3, onde podemos constatar que relativamente à idade, o grupo de Crossfit® apresentou uma média de 38,63 anos com um desvio padrão de 10,69. Relativamente à altura apresentou uma média e desvio padrão de 171,3 ± 8,6 cm e 32,24 ± 11,08 na percentagem de massa gorda (% MG). Quanto ao grupo de Pádel, apresentou uma média de idades de 44,10 e um desvio padrão de 9,74, uma média de peso de 71,21 kg com um desvio padrão de 13,84, uma altura média de 168,71 cm com um desvio padrão de 9,64 e, por fim, na massa gorda 28,21 por cento de massa gorda com um desvio padrão de 6,09. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre grupos, $p > 0,05$ em nenhuma das variáveis acima referidas.

Na tabela 3 podemos observar os resultados efetuados no DEXA, relativamente ao conteúdo mineral ósseo (BMC). No Crossfit® 2711,26 (g/cm³) e um desvio padrão de 608,13 gramas e relativamente à densidade mineral óssea (BMD) 1,21 com um desvio padrão de 0,14 (g/cm³). O grupo de Pádel apresenta valores de conteúdo mineral ósseo de 2667 (g/cm³) com um desvio padrão de 415,78 e relativamente à densidade mineral óssea 1,21 (g/cm³) com um desvio padrão de 0,09.

Tabela 3. Características da amostra pré treino entre grupos

	Crossfit® (N=11)	Pádel (N=10)	Amostra total
	Média ± dp	Média ± dp	Média ±dp
Idade (anos)	38,63± 10,69	44,10±9,74	41,36 ±3,86
Peso (kg)	83,21 ±13,97	71,21± 13,84	77,21 ±8,48
Altura (cm)	171,8±7,80	168,71± 9,64	170,25 ±2,18
MG (%)	32,24± 11,08	28,21± 6,09	30,22 ±2,84

Ao observar a tabela 4, é possível ver o desenvolvimento da densidade mineral óssea (BMD), que não sofreu grandes alterações em nenhum dos grupos. No conteúdo de mineral ósseo (BMC) ocorreu a mesma situação, as médias exibidas não sofreram grandes alterações. Não existiam diferenças significativas entre grupos, antes da implementação dos devidos programas.

Tabela 4. Resultados da Densidade Mineral Óssea, Conteúdo Mineral Ósseo e Massa Gorda no Pré e Pós Intervenção

	Crossfit® (N=12)		Pádel (N=10)	
Variáveis dependentes	Media ± dp (Pré)	Média ± dp (Pós)	Médias ± dp (Pré)	Médias ±dp (Pós)
BMD (g/cm ³)	1.21± 0,14	1.22±0,13	1.21± 0,09	1.21±0,09
BMC (g/cm ³)	2711,26± 608,13	2727,26±574,84	2667± 415,78	2665,15±400,38
MG (%)	33,78±10,37	31,45± 9,64	28,85±7,26	28,70± 5,65

Dp: desvio padrão; BMC- Conteúdo Mineral Ósseo; BMD- Densidade Mineral Óssea; MG- Massa Gorda

Na tabela 5 observamos que não houve diferenças estatisticamente significativas em nenhum dos grupos no que diz respeito á densidade mineral óssea (grupo de Crossfit® $f= 0,25$; $P=0,62$ e grupo de Pádel $F=0,00$; $P= 0,98$) nem ao Conteúdo Mineral Ósseo (grupo Crossfit® $f=0,26$; $P=0,62$ e Grupo de Pádel $F=0,02$; $P=0,97$).

Verificaram-se diferenças significativas ao nível da percentagem de massa morda (%MG) no grupo de Crossfit® ($F= 15,34$; $P= 0,05$) enquanto que o mesmo não aconteceu na modalidade de Pádel ($F=0,36$; $P=0,38$). Tais dados podem ser confirmados nas figuras 1 a 3 relativamente aos parâmetros mencionados.

Tabela 5. Anova de medidas repetidas para BMD, BMC e %MG

Anova de Medidas Repetidas
Entre momentos

Variáveis	Crossfit ®		Pádel	
BMD	F=0,25	P=0,62	F=0,00	P=0,98
BMC	F=0,26	P=0,62	F=0,02	P=0,97
% Massa Gorda	F=15,34	P=0,044*	F=0,86	P=0,38

*Valores estatisticamente significativos $p < 0,05$

Podemos observar na figura 2 o desenrolar da percentagem de massa gorda nos dois grupos. Apesar de ambos terem descido a percentagem de massa gorda, foi no grupo de Crossfit ® que se verificou uma diferença estatisticamente significativa ($p=0,04$). Valores possíveis de confirmar na tabela 4.

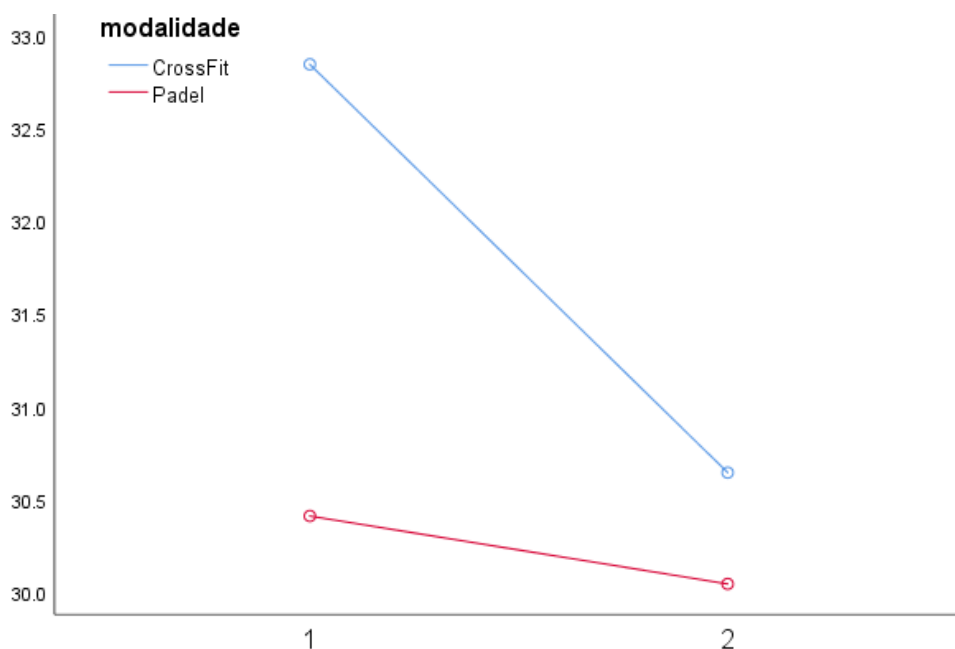


Figura 2. Gráfico do percentual da Massa Gorda em ambas as modalidades

Observando a figura 3, verificamos um ligeiro aumento do conteúdo mineral ósseo no grupo de Crossfit® ($p=0,62$ entre momentos) e uma diminuição deste mesmo valor no grupo de Pádel ($p=0,97$ entre momentos). Em ambos os grupos não existiram diferenças estatisticamente significativas.

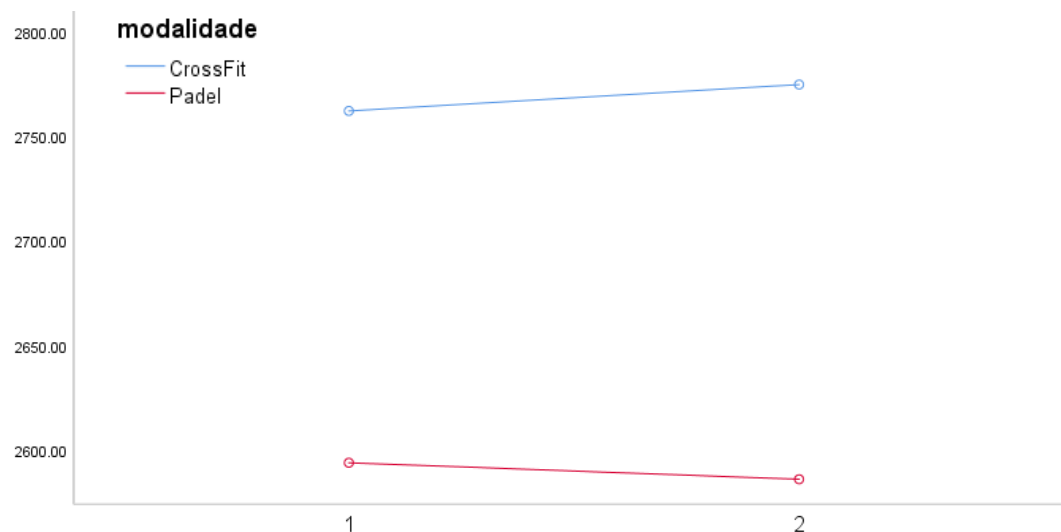


Figura 3. Desenvolvimento do conteúdo mineral ósseo entre momentos

Verificando a figura 4, é possível confirmar uma ligeira subida dos valores da densidade mineral óssea. Não existiram diferenças significativas, nem no grupo de Crossfit® ($p=0,62$ entre momentos) nem no grupo de Pádel ($p=0,98$).

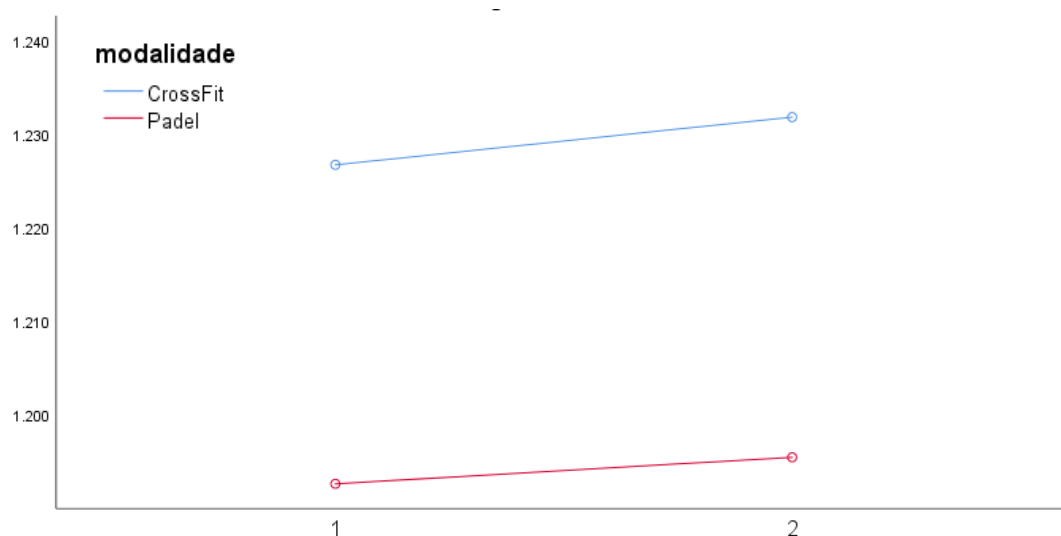


Figura 4. Desenvolvimento da Densidade Mineral Óssea entre momentos

As médias observadas na tabela 6 permitem concluir que houve um ligeiro aumento na média do consumo máximo de oxigénio entre momentos em ambas as modalidades. Observando a tabela 5, verificamos que não houve diferenças significativas no grupo de Crossfit® ($p=1,00$) nem no Pádel ($p=0,64$) no que respeita ao consumo máximo de oxigénio.

Tabela 6. Desenvolvimento do VO2 máx entre momentos

	Crossfit®		Pádel	
	Momento1-	Momento2	Momento1-	Momento2
Médias Variáveis				
VO ₂ Máximo	38,81±10,71	39,83±8,85	42,71±5,17	43,04±4,70

Pela tabela 7 é possível verificar que não existiram diferenças estatisticamente significativas entre momentos em ambas as modalidades, sendo que o grupo de Crossfit® apresenta um $p=1,00$ e o de Pádel um $p=0,64$.

Tabela 7. Anova de Medidas repetidas para ambas as modalidades

Anova Medidas Repetidas				95% Intervalo de		
Estatística entre momentos (VO ₂ máx.)				confiança		
	Valor de F	Valor de P	Diferença da média entre Deltas	Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
Crossfit®	0,01	1,00	0,00	0,78	1,77	1,77
Pádel	0,23	0,64	0,33	0,68	-1,91	1,24

*Significância $p < 0,05$

Podemos confirmar através da figura 5 que existe um ligeiro aumento da aptidão cardiorrespiratória no grupo de Crossfit® ($p=1,00$) e no grupo de Pádel ($p=0,64$), contudo estas subidas não foram estatisticamente significativas.

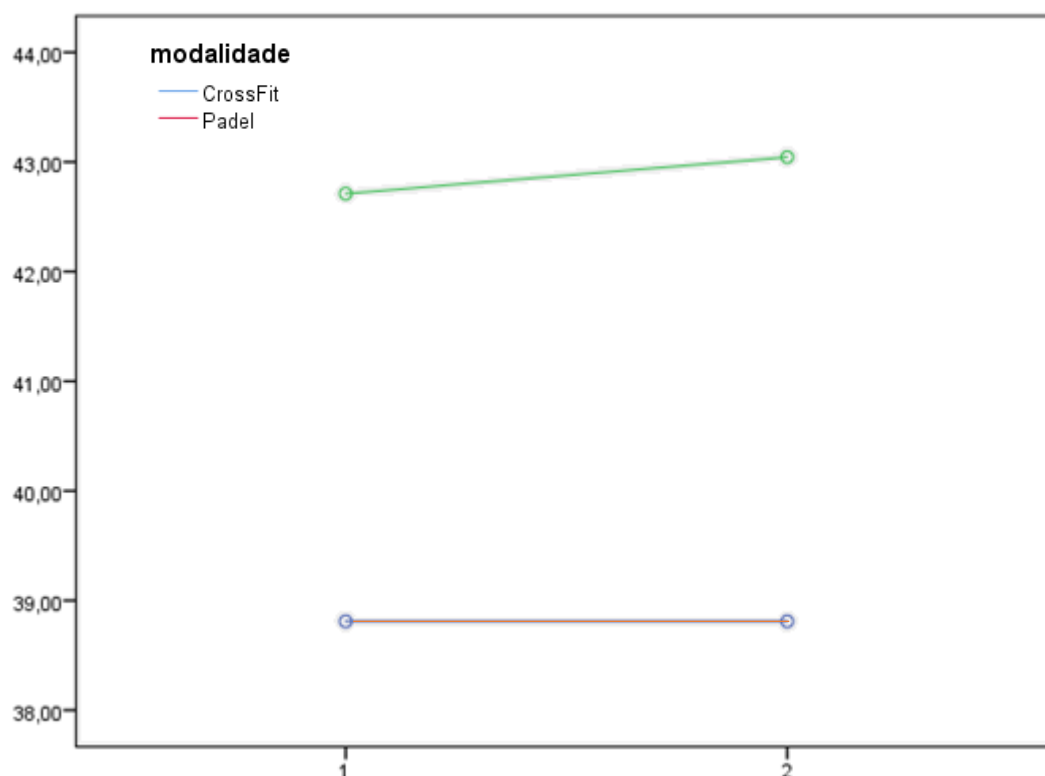


Figura 5. Desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória entre momentos

São apresentados na tabela 8, os resultados médios obtidos de cada grupo antes e depois de iniciarem os treinos. O grupo Crossfit® teve aumentos significativos em todos os parâmetros clínicos avaliados.

Na mesma tabela (8) estão apresentados para ambas as modalidades, os seguintes valores antes da implementação das sessões de treino: 5,48% e o respectivo desvio padrão de 0,38 % na hemoglobina glicada para o grupo de Crossfit® e 5,83 % e 0,26 no desvio padrão. Na glucose, 88,60 mg/dL e 8,07 mg/dL de desvio padrão para o Crossfit® e 89,00 mg/dL e o desvio padrão de 10,50 mg/dL para o Pádel. No colesterol HDL, 61,30 mg/dL com 10,96 mg/dL para o Crossfit® e 56,17 mg /dL com desvio padrão de 16,57 mg/dL no Pádel. Para os triglicerídeos, o grupo de treino funcional apresenta 111,10 mg/dL e 54,04 mg/dL no desvio padrão, enquanto que o de Pádel tem valores na ordem dos 81,00 mg/dL com um desvio padrão de 18,01 mg/dL. Finalizando com o colesterol total, o grupo de Crossfit® apresenta valores de 196,20 mg/dL com um desvio padrão de 28,99 mg/dL e no Pádel 182,17 mg/dL com 17,45 mg/ dL como desvio padrão.

Tabela 8 Médias e desvio padrão dos parâmetros fisiológicos

	Crossfit ® (N=12)		Pádel (N=10)	
Variáveis	Medias ±dp	Médias ± dp	Médias ± dp	Médias ±dp
dependentes	(Pré)	(Pós)	(Pré)	(Pós)
Hemoglobina	5,48±0,38	5,25±0,40	5,83±0,26	5,85±0,37
Glicada %				
Glucose mg/dL	88,60±8,07	82,1±5,93	89,00±10,50	88,50±17,42
Colesterol HDL	61,30±10,96	74,60±8,34	56,17±16,57	59,83±14,70
(mg(dL)				
Triglicerídeos	111,10±54,04	107,00±52,71	81,00±18,01	90,33±12,06
(mg/dL)				
Colesterol	196,20±28,99	181,70±20,08	182,17±17,45	159,33±71,11
Total (mg/ dL)				

Na tabela 9 foram comparados ambos os grupos relativamente aos parâmetros fisiológicos. Observou-se que não existiram diferenças significativas, à exceção do colesterol HDL, que, segundo o valor de (*P*), apresentou diferenças significativas entre grupos.

Considerando a tabela 10, é possível constatar que existem diferenças estatisticamente significativas em todos os parâmetros fisiológicos do grupo de Crossfit®.

Apesar de ter havido decréscimos em ambos os grupos, foi no grupo de Crossfit® que se verificou a diminuição mais significativa entre ambos os momentos de avaliação ($p < 0,05$) no concerne às variáveis da glucose, triglicerídeos, hemoglobina glicada, colesterol total e colesterol HDL.

Não foi observada nenhuma evidência significativa relativamente ao Pádel ($p > 0,05$).

Tabela 9 Significância entre modalidades antes do início do programa

Comparação Modalidades* Momentos

	Valor de F	Valor de P
Hemoglobina Glicada mg/dL	F=3,31	P=0,09
Glucose mg/dL	F=1,76	P=0,20
Colesterol HDL	F=4,53	P=0,05*
Triglicerídeos mg/dL	F=3,08	P=0,10
Colesterol Total mg/ dL	F=0,05	P=0,82

*Estatisticamente significativo se $p < 0,05$

Tabela 10 Anova dos parâmetros fisiológicos entre momentos em ambas as modalidades

Variáveis	Crossfit®		Pádel	
Hemoglobina Glicada	F=31,54	P=0,00*	F=0,18	P=0,68
Glucose	F=6,85	P=0,02*	F=0,03	P= 0,87
Colesterol HDL	F=19,02	P=0,00*	F=3,41	P=0,10
Triglicerídeos	F=4,81	P=0,05*	F=0,01	P=0,72
Colesterol Total	F=4,81	P=0,05*	F=0,13	P=0,72

Na figura 6, é possível observar o desenvolvimento da hemoglobina glicada em ambas as modalidades. O grupo de Crossfit® mostra uma descida bastante acentuada dos valores da hemoglobina glicada entre momentos

relativamente ao Pádel, que não mostrou diferenças em comparação com o primeiro momento.

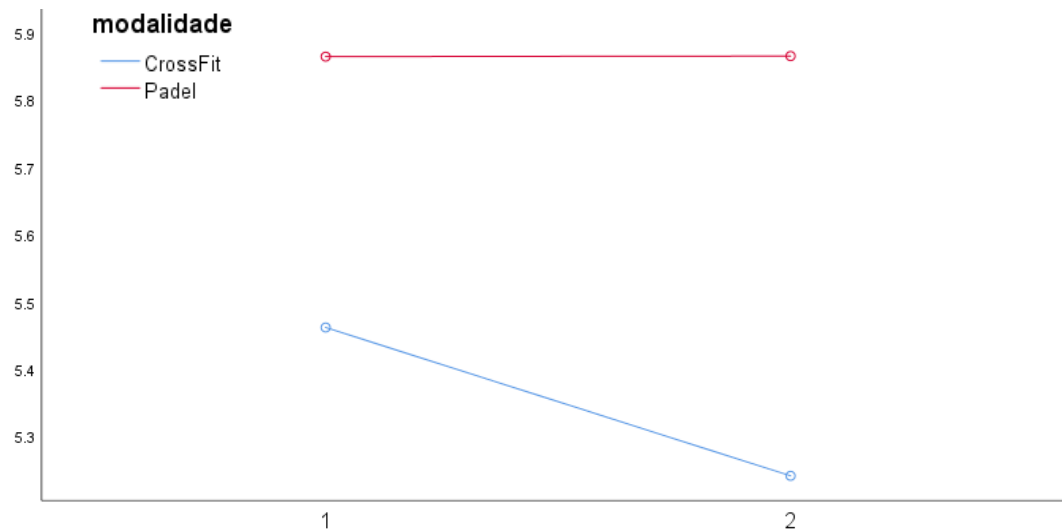


Figura 6. Desenvolvimento da variável Hemoglobina Glicada nos dois momentos de avaliação

Segundo a figura 7, verificamos que houve uma perda significativa em ambos os grupos nos valores da glucose (GI) que se mostra mais evidente no grupo de Crossfit®.

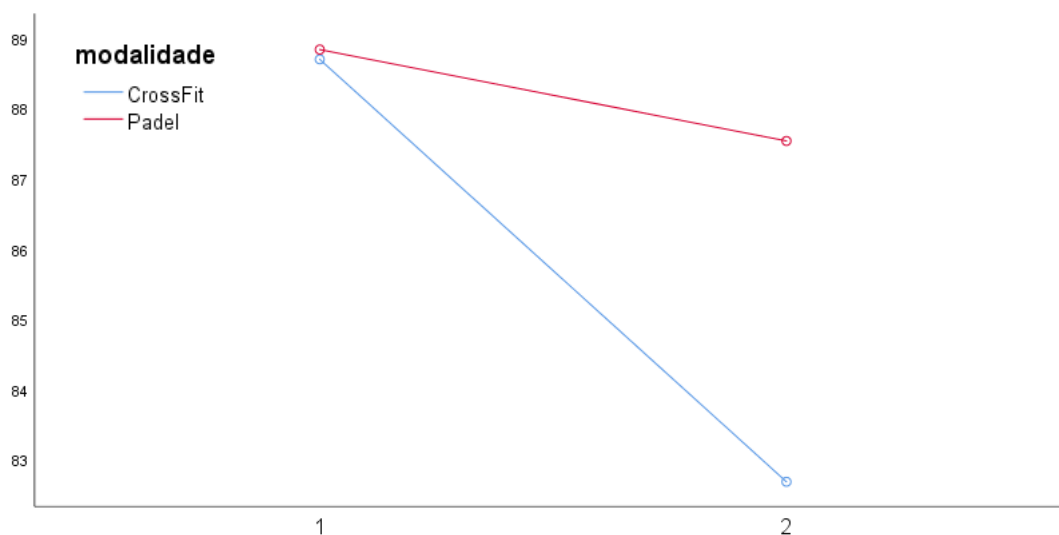


Figura 7. Desenvolvimento dos níveis de glucose nos dois momentos de avaliação

A variável do Colesterol - Lipoproteína de Alta Densidade (HD-CL), visível na figura 8, também sofreu um acréscimo em ambos os grupos. Existiam diferenças estatisticamente significativas entre grupos ($p=0,05$). Apesar do aumento de ambos os lados, é possível verificar um aumento superior no grupo de treino funcional.

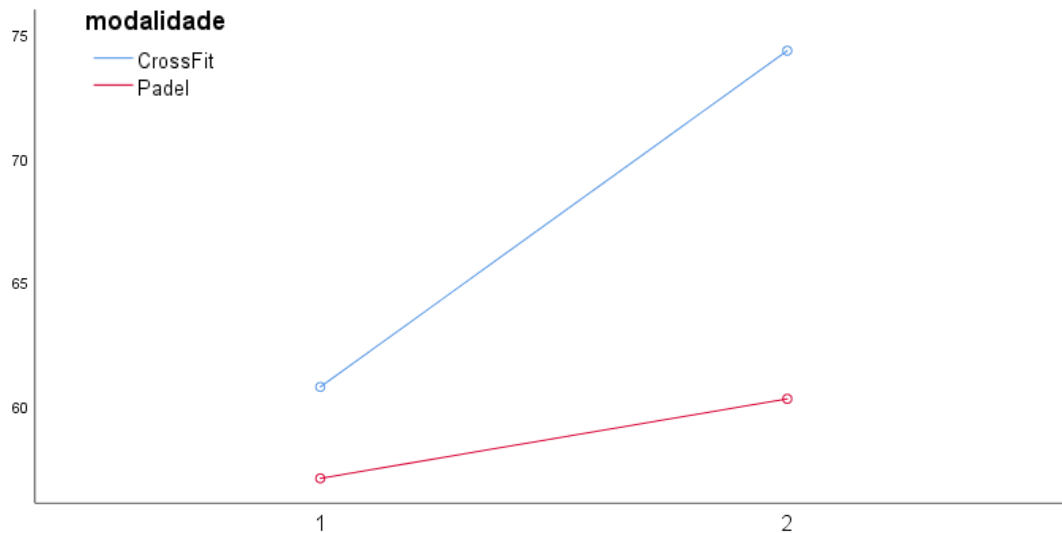


Figura 8. Desenvolvimento da Lipoproteína de alta densidade nos dois momentos de avaliação

Na figura 9, podemos verificar os valores referentes ao desenvolvimento dos triglicerídeos (TC) em ambos os momentos. Observa-se que, contrariamente ao esperado, há um ligeiro aumento destes por parte do grupo de Pádel, enquanto os seus valores foram bastante mais baixos no grupo de Crossfit ®.

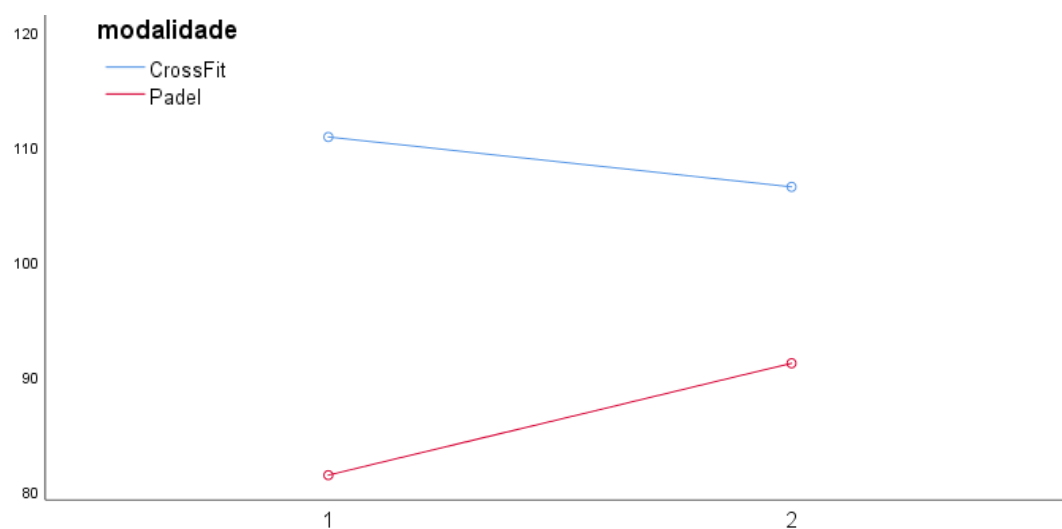


Figura 9. Desenvolvimento dos níveis de triglicerídeos nos dois momentos de avaliação

Quanto ao colesterol total (TC), visível na figura 10, observamos um declínio dos valores por ambas as partes entre os dois momentos de avaliação.

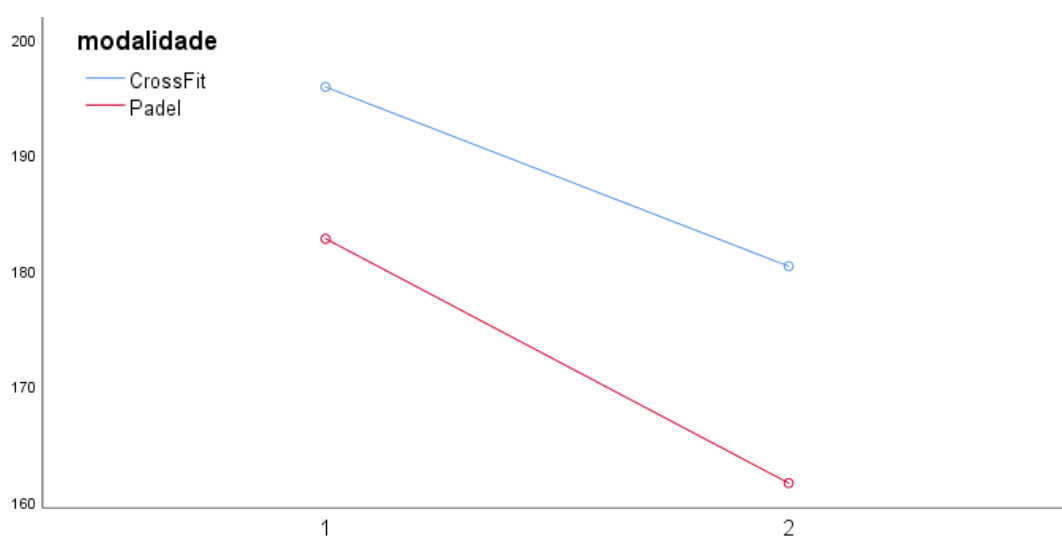


Figura 10. Desenvolvimento do colesterol total nos dois momentos de avaliação

Discussão

O presente estudo teve como objetivo principal comparar a evolução de parâmetros relacionados com a saúde, aptidão física e composição corporal por um período de 6 meses em duas modalidades ligadas há vertente do lazer-Crossfit® e Pádel. Em ambas as modalidades houve melhorias (mais significativas numa que outra) em todos os parâmetros avaliados. É sempre importante lembrar que na área na saúde interessa que haja programas de treino que levem a melhorias a longo prazo e sempre de acordo com gostos ou preferências de cada um. Não é objetivo do estudo afirmar que existem modalidades melhores ou mais eficazes que outras. Cada profissional da saúde deve criar uma taxa de adesão compacta e que crie uma necessidade de bons hábitos diários. Tendo isto em conta, de acordo com estudos recentes nos últimos 10 anos o Crossfit ® tem registado um crescimento de 23% e uma taxa de desistência muito baixa segundo (Heinrich et al., 2017), apesar do esforço continuo (Claudino et al., 2018), o sucesso do programa e sentido de comunidade criado permite que haja aprendizagem de hábitos de sucesso no que toca ao exercício físico (Whiteman-Sandland, Hawkins, & Clayton, 2018).

Com o decorrer deste estudo foi permitido verificar que a nível fisiológico, o aclamado treino funcional intervalado, apresenta resultados bastante positivos em parâmetros fisiológicos relacionados com a saúde relativos á estrutura óssea, perfil lipídico e até mesmo na capacidade cardiorrespiratória.

Matsuzawa et al. (2013) observou melhorias e aumento nos valores do colesterol HDL na sua intervenção com um programa de exercício intenso numa população sedentária. Os valores do colesterol HDL subiram e que essa subida é consequência de sensibilidade à insulina causada pelo treino. A resistência à insulina tende a favorecer os valores de triglicerídeos e a diminuir a atividade da Lipoproteína lípase (enzima que trabalha no armazenamento de gorduras) e como consequência aumenta os valores do HDL-C.

Outro estudo que procurava investigar as alterações metabólicas decorrentes das diferentes protocolos de treino (Botezelli et al., 2011), concluiu que todo o perfil lipídico sofria alterações. Os triglicerídeos baixavam assim como o HDL-C subia. Todo o exercício prolongado (com duração de 1-2 horas), os triglicerídeos intramusculares eram consumidos e que o mecanismo da lipólise era ativado no tecido gordo como fonte de fornecimento energético para a atividade. As melhorias observadas no perfil lípido podem ser causadas pelo aumento do

dispêndio energético que ocorre durante o treino, provocando alterações metabólicas e justificando a redução do colesterol total.

Quanto às reduções observadas na hemoglobina glicada e glucose e de acordo com Rosseto (2012), para os períodos intensos de atividade física a glucose é o substrato mobilizado do músculo e glicogénio hepático como combustível. Como tal, a regulação da produção e utilização da glucose nos participantes surge como um sistema de adaptação á atividade física. Tipicamente, exercícios intensos levam a incrementos da acumulação de ácido láctico na corrente sanguínea se não existirem períodos de recuperação apropriados, fazendo com que tenha que existir uma grande disponibilidade de hidratos de carbono, pois só uma porção do potencial ATP decorrente da completa oxidação é que está disponível quando o lactato é o produto final. Esses hidratos de carbono são derivados tanto do glicogénio muscular como da glucose em circulação na corrente sanguínea. As melhorias observadas no grupo de Crossfit® vão de encontro ao mencionado anteriormente, visto que estiveram expostos a estímulos mais intensos que levaram a uma necessidade do organismo para regular as suas fontes de combustível e como consequência a melhorarem os parâmetros fisiológicos.

Nas melhorias observadas a nível da massa gorda no grupo de Crossfit®, uma meta-análise feita por Peterson e colaboradores (2011), vai de encontro aos resultados do nosso estudo. Essa redução é simplesmente justificada pelo facto de os treinos com cargas externas levarem a adaptações anatómicas que ajudam o corpo a suportar o trabalho exigido. A nível muscular, o aumento de massa magra, ou músculo, decorre de dois processos: o primeiro, o aumento das áreas transversais pelo aumento do conteúdo proteico muscular, e segundo, maior capacidade de armazenamento de substratos e enzimas energéticos.

Por fim, ao nível da capacidade cardiorrespiratória, contrariamente ao que seria esperado, não foram encontradas alterações significativas em nenhuma das modalidades relativamente ao consumo máximo de oxigénio. Contudo, um estudo de Bentley (2019) sugere que um potencial benefício da resposta cardiorrespiratória ao exercício intervalado submáximo seria a regulação da pressão arterial conseguida através de uma maior condutância vascular da musculatura trabalhada e, conseqüentemente, a uma melhor oxigenação sistémica. Richardson et al. (1999) também obteve melhorias ao nível da função cardiorrespiratória com exercícios de alta intensidade, pela criação de novos

capilares nas zonas com maior necessidade de aporte de oxigénio, facilitando a sua circulação.

Quanto ao Pádel, tal como a natação, corrida e ciclismo são exercícios conhecidos pelos benefícios impactantes na saúde, como o risco diminuído de *diabetes mellitus*, doenças cardiovasculares e melhorias no colesterol total (Pluim, Groppel, Miley, Crespo, & Turner, 2018).

No perfil lipídico, Ferrauti (1997) investigou o efeito a curto prazo de um programa de corrida intensiva de ténis em 22 praticantes e verificou um aumento nas lipoproteínas de alta densidade (HDL) e um ligeiro decréscimo nas lipoproteínas de baixa densidade (LDL), triglicerídeos e colesterol total. (Jette, Landry, Tiemann, & Blumchen, 1991) mostrou que os desportos de raquetes podem baixar a hipertensão. Foi colocado um gravador ambulatório de pressão sanguínea num grupo 21 participantes de meia idade e durante cada jogo chegaram á conclusão que a pressão diastólica média descera de 90mm Hg. Apesar de tais evidências não verificamos resultados significativos ao nível do perfil lipídico nos participantes de Pádel.

O Pádel tal como outros desportos de raquete tem tido um papel muito semelhante há do treino funcional no que se refere ao combate das doenças cardiovasculares e obesidade (Pluim, Staal, Windler, & Jayanthi, 2006). Schneider e colaboradores (1992) provaram que corredores por lazer e praticantes de ténis eram menos propensos a ser obesos, fumadores ou a consumir grandes quantidades de álcool. Dois outros estudos mostraram que praticantes de ténis tinham uma percentagem de massa gorda mais baixa do que praticante ativo correspondente noutro grupo de controlo segundo Laforest et al (1990) e (1980).

Quanto ao conteúdo mineral ósseo (BMC) e densidade mineral óssea (BMD), houve ligeiros aumentos sem significância, no entanto, contrariamente ao observado, vários são os estudos que demonstram que existe uma maior consistência a nível ósseo no braço dominante (Pluim et al., 2006). A BMD e BMC eram maiores na anca e região lombar que nos grupos de controlo, assim como os jovens tinham uma maior propensão a ganhos ósseos que os seus companheiros adultos (Kannus et al., 1995).

Ao nível cardiovascular um estudo muito interessante feito por (Houston et al., 2002) acerca da morbilidade e morbilidade mostra que de entre modalidades como basquetebol, futebol, basebol e golfe, o ténis é aquele que está associado a

um menos risco de eventos cardiovasculares. A explicação dada foi que de entre todas as modalidades, o ténis foi o único que os participantes mantiveram a prática mais tempo.

Na intensidade Pádel, (Smekal et al., 2003) e (Novas, Rowbottom, & Jenkins, 2003) examinaram os batimentos cardíacos e o consumo máximo de oxigénio (VO_2 máx.). Durante o jogo a média dos batimentos cardíacos dos jogadores rondavam os 141 batimentos por minuto e os 182, equacionando os 70-90% do batimento cardíaco máximo. O consumo médio de oxigénio durante o jogo foi registado de 23.1 a 40.3 ml. kg. min, refletindo 50-80% do VO_2 máximo. Os níveis médios de lactato eram normalmente de 2 a 3 mmol.

Pode-se então categorizar o ténis como uma atividade vigorosa (>6 Mets), pois apesar de não haver resultados estatisticamente significativos, houve melhorias em todos os parâmetros avaliados e muito pouca literatura científica que explore o potencial do Pádel. A grande parte dos estudos existentes refere principalmente o efeito agudo e de curto prazo que este desporto causa não sendo os seus efeitos visíveis ainda a longo prazo.

Em jeito de conclusão, é suficientemente claro que a aptidão e competência física pode ser vista como um forte preditor de mortalidade e que o exercício, expresso em qualquer uma das suas formas, é uma mais valia enorme na prevenção de doenças neurodegenerativas, metabólicas, das quais podemos incluir a diabetes tipo 2, osteoporose, hipertensão entre tantos outros exemplos (Fiuza-Luces, Garatachea, Berger, & Lucia, 2013; Pedersen & Saltin, 2015).

Apesar de toda a investigação feita aos programas de força, corrida e treinos intervalados, como eficazes na melhoria das capacidades músculo-esqueléticas e metabólicas, é importante salientar que a participação em programas exercício multifacetado, quer individualmente, quer em equipa, pode ser uma forma efetiva de estimular estes respetivos domínios, oferecendo um vasto leque de adaptações sociais, fisiológicas e funcionais.

Limitações

Vários entraves podem ser apontados ao nosso estudo, a começar pelo tamanho da amostra, que é muito reduzido e não nos permite generalizar os resultados obtidos. Outro ponto limitante foi o facto de não ter havido controlo da

alimentação. Apesar de termos feito diários alimentares, não tivemos a possibilidade de leitura e interpretação dos resultados. O mesmo aconteceu com os inquéritos para a qualidade do sono e atividade física.

Fica como sugestão a necessidade de realização de estudos a uma escala maior, quer entre sexos, quer em faixas etárias diferentes de maneira a efetivar os resultados obtidos através da aplicação destes protocolos.

Conclusões

O presente trabalho pretendeu fazer a comparação de duas modalidades na vertente da saúde e lazer, Pádel e Crossfit®. De salientar, antes de avançar, que estamos cientes das dificuldades em comparar duas modalidades totalmente distintas, tanto na sua essência prática como na repercussão a nível músculo-esquelético, fisiológico e metabólico. É importante a prática de exercício física seja ele expresso na forma em que for.

Assim, feita esta ressalva e remetendo agora para o foco do estudo, as duas modalidades produziram efeitos positivos nos teste feitos aos parâmetros fisiológicos, no entanto o Crossfit® provou ser mais capaz de melhorar os níveis de triglicerídeos, hemoglobina glicada, colesterol total, glucose e colesterol HDL, confirmando a **hipótese 1**, que existem diferenças significativas, entre modalidades ao nível dos parâmetros fisiológicos nos dois momentos da avaliação.

Os resultados obtidos no consumo máximo de oxigénio na passadeira, permitem constatar que não existiram diferenças significativas em nenhuma das modalidades. Existiram melhorias muito ligeiras, contudo não foram fortes o suficiente para induzir alguma mudança no consumo máximo de oxigénio. Assim, rejeitamos a **hipótese 2**, pois ao contrário do esperado, não existiram diferenças significativas entre modalidades ao nível dos parâmetros físicos/ cardiorrespiratórios.

Por fim, ao nível das análises fisiológicas, os resultados dos dois momentos de avaliação evidenciaram que o existiram diferenças significativas entre modalidades e que os praticantes de Crossfit® conseguiram baixar os níveis de triglicerídeos, colesterol total, glucose, hemoglobina glicada e subir os valores do colesterol HDL. Aceita-se, portanto, a **hipótese 3**, em como existiam diferenças significativas entre modalidades nos parâmetros fisiológicos nos dois momentos de avaliação.

Bibliografia

- Ahn, N., & Kim, K. (2016). High-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) in cardiovascular disease: effect of exercise training. *Integr Med Res*, 5(3), 212-215. doi:10.1016/j.imr.2016.07.001
- Arsenault, B. J., Rana, J. S., Stroes, E. S., Despres, J. P., Shah, P. K., Kastelein, J. J., . . . Khaw, K. T. (2009). Beyond low-density lipoprotein cholesterol: respective contributions of non-high-density lipoprotein cholesterol levels, triglycerides, and the total cholesterol/high-density lipoprotein cholesterol ratio to coronary heart disease risk in apparently healthy men and women. *J Am Coll Cardiol*, 55(1), 35-41. doi:10.1016/j.jacc.2009.07.057
- Bell, C. C. (1979). Endurance, strength, and coordination exercises without cardiovascular or respiratory stress. *J Natl Med Assoc*, 71(3), 265-270.
- Bentley, R. F., Jones, J. H., Hirai, D. M., Zelt, J. T., Giles, M. D., Raleigh, J. P., . . . Tschakovsky, M. E. (2019). Submaximal exercise cardiac output is increased by 4 weeks of sprint interval training in young healthy males with low initial Q-VO₂: Importance of cardiac response phenotype. *PLoS One*, 14(1), e0195458. doi:10.1371/journal.pone.0195458
- Biagi, L., Bertachi, A., Quiros, C., Gimenez, M., Conget, I., Bondia, J., & Vehi, J. (2018). Accuracy of Continuous Glucose Monitoring before, during, and after Aerobic and Anaerobic Exercise in Patients with Type 1 Diabetes Mellitus. *Biosensors (Basel)*, 8(1). doi:10.3390/bios8010022
- Bonjour, J. P., Chevalley, T., Ferrari, S., & Rizzoli, R. (2009). The importance and relevance of peak bone mass in the prevalence of osteoporosis. *Salud Publica Mex*, 51 Suppl 1, S5-17.
- Botezelli, J. D., Cambri, L. T., Ghezzi, A. C., Dalia, R. A., PP, M. S., Ribeiro, C., . . . Mello, M. A. (2011). Different exercise protocols improve metabolic syndrome markers, tissue triglycerides content and antioxidant status in rats. *Diabetol Metab Syndr*, 3, 35. doi:10.1186/1758-5996-3-35

- Cao, R. Y., Zheng, H., Mi, Q., Li, Q., Yuan, W., Ding, Y., & Yang, J. (2018). Aerobic exercise-based cardiac rehabilitation in Chinese patients with coronary heart disease: study protocol for a pilot randomized controlled trial. *Trials*, 19(1), 363. doi:10.1186/s13063-018-2771-8
- Castillo-Rodrigues, A., Alvero-Cruz, J. R., Hernandez-Mendo, A., & Fernandez-Garcia, J. C. (2014). Physical and physiological responses in Paddle Tennis competition. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14, 524-534.
- Checovich, M. M., & McBeath, A. A. (1995). Our experience with dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) and the Wisconsin Hip. *Iowa Orthop J*, 15, 62-65.
- Claudino, J. G., Gabbett, T. J., Bourgeois, F., Souza, H. S., Miranda, R. C., Mezencio, B., . . . Serrao, J. C. (2018). CrossFit Overview: Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med Open*, 4(1), 11. doi:10.1186/s40798-018-0124-5
- Courel-Ibanez, J., Sanchez-Alcaraz Martinez, B. J., & Canas, J. (2017). Game Performance and Length of Rally in Professional Padel Players. *J Hum Kinet*, 55, 161-169. doi:10.1515/hukin-2016-0045
- Courel-Ibanez, J., Sanchez-Alcaraz Martinez, B. J., & Munoz Marin, D. (2019). Exploring Game Dynamics in Padel: Implications for Assessment and Training. *J Strength Cond Res*, 33(7), 1971-1977. doi:10.1519/JSC.0000000000002126
- Crawford, D. A., Drake, N. B., Carper, M. J., DeBlauw, J., & Heinrich, K. M. (2018). Are Changes in Physical Work Capacity Induced by High-Intensity Functional Training Related to Changes in Associated Physiologic Measures? *Sports (Basel)*, 6(2). doi:10.3390/sports6020026

- Darling, A. L., Millward, D. J., Torgerson, D. J., Hewitt, C. E., & Lanham-New, S. A. (2009). Dietary protein and bone health: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr*, 90(6), 1674-1692. doi:10.3945/ajcn.2009.27799
- DGS. (2012). Prescrição e Determinação da Hemoglobina Glicada A1c. Retrieved from <https://www.dgs.pt/directrizes-da-dgs/normas-e-circulares-normativas/norma-n-0332011-de-30092011-atualizada-a-06122012-jpg.aspx>
- Estatística, I. N. d. (2014). Excesso de peso em população com 18 ou mais anos. Retrieved from https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=224733757&DESTAQUESmodo=2
- Farlie, M. K., Robins, L., Haas, R., Keating, J. L., Molloy, E., & Haines, T. P. (2019). Programme frequency, type, time and duration do not explain the effects of balance exercise in older adults: a systematic review with a meta-regression analysis. *Br J Sports Med*, 53(16), 996-1002. doi:10.1136/bjsports-2016-096874
- Ferrauti, A., Weber, K., & Struder, H. K. (1997). Effects of tennis training on lipid metabolism and lipoproteins in recreational players. *Br J Sports Med*, 31(4), 322-327. doi:10.1136/bjsm.31.4.322
- Fiuza-Luces, C., Garatachea, N., Berger, N. A., & Lucia, A. (2013). Exercise is the real polypill. *Physiology (Bethesda)*, 28(5), 330-358. doi:10.1152/physiol.00019.2013
- Garcia-Benitez, S., Courel-Ibanez, J., Perez-Bilbao, T., & Felipe, J. L. (2018). Game Responses During Young Padel Match Play: Age and Sex Comparisons. *J Strength Cond Res*, 32(4), 1144-1149. doi:10.1519/JSC.0000000000001951

- Glassman, G. (2014). What is CrossFit? Retrieved from <http://journal.crossfit.com/2004/03/what-is-crossfit-mar-04-cfj.tpl>
- Grace, F., Herbert, P., Elliott, A. D., Richards, J., Beaumont, A., & Sculthorpe, N. F. (2018). High intensity interval training (HIIT) improves resting blood pressure, metabolic (MET) capacity and heart rate reserve without compromising cardiac function in sedentary aging men. *Exp Gerontol*, 109, 75-81. doi:10.1016/j.exger.2017.05.010
- Grundy, S. M., Cleeman, J. I., Merz, C. N., Brewer, H. B., Jr., Clark, L. T., Hunninghake, D. B., . . . Coordinating Committee of the National Cholesterol Education, P. (2004). Implications of recent clinical trials for the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III Guidelines. *J Am Coll Cardiol*, 44(3), 720-732. doi:10.1016/j.jacc.2004.07.001
- Gunter, K. B., Almstedt, H. C., & Janz, K. F. (2012). Physical activity in childhood may be the key to optimizing lifespan skeletal health. *Exerc Sport Sci Rev*, 40(1), 13-21. doi:10.1097/JES.0b013e318236e5ee
- Hak, P. T., Hodzovic, E., & Hickey, B. (2013). The nature and prevalence of injury during CrossFit training. *J Strength Cond Res*. doi:10.1519/JSC.0000000000000318
- Heinrich, K. M., Carlisle, T., Kehler, A., & Cosgrove, S. J. (2017). Mapping Coaches' Views of Participation in CrossFit to the Integrated Theory of Health Behavior Change and Sense of Community. *Fam Community Health*, 40(1), 24-27. doi:10.1097/FCH.0000000000000133
- Heo, M., Wylie-Rosett, J., Pietrobelli, A., Kabat, G. C., Rohan, T. E., & Faith, M. S. (2014). US pediatric population-level associations of DXA-measured percentage of body fat with four BMI metrics with cutoffs. *Int J Obes (Lond)*, 38(1), 60-68. doi:10.1038/ijo.2013.134

- Herbert, A. J., Williams, A. G., Hennis, P. J., Erskine, R. M., Sale, C., Day, S. H., & Stebbings, G. K. (2019). The interactions of physical activity, exercise and genetics and their associations with bone mineral density: implications for injury risk in elite athletes. *Eur J Appl Physiol*, 119(1), 29-47. doi:10.1007/s00421-018-4007-8
- Holloway, T. M., Bloemberg, D., da Silva, M. L., Simpson, J. A., Quadrilatero, J., & Spriet, L. L. (2015). High intensity interval and endurance training have opposing effects on markers of heart failure and cardiac remodeling in hypertensive rats. *PLoS One*, 10(3), e0121138. doi:10.1371/journal.pone.0121138
- Houston, T. K., Meoni, L. A., Ford, D. E., Brancati, F. L., Cooper, L. A., Levine, D. M., . . . Klag, M. J. (2002). Sports ability in young men and the incidence of cardiovascular disease. *Am J Med*, 112(9), 689-695. doi:10.1016/s0002-9343(02)01126-9
- Jette, M., Landry, F., Tiemann, B., & Blumchen, G. (1991). Ambulatory blood pressure and Holter monitoring during tennis play. *Can J Sport Sci*, 16(1), 40-44.
- Kannus, P., Haapasalo, H., Sankelo, M., Sievanen, H., Pasanen, M., Heinonen, A., . . . Vuori, I. (1995). Effect of starting age of physical activity on bone mass in the dominant arm of tennis and squash players. *Ann Intern Med*, 123(1), 27-31. doi:10.7326/0003-4819-123-1-199507010-00003
- Kliszczewicz, B., Quindry, C. J., Blessing, L. D., Oliver, D. G., Esco, R. M., & Taylor, J. K. (2015). Acute Exercise and Oxidative Stress: CrossFit() vs. Treadmill Bout. *J Hum Kinet*, 47, 81-90. doi:10.1515/hukin-2015-0064
- Laforest, S., St-Pierre, D. M., Cyr, J., & Gayton, D. (1990). Effects of age and regular exercise on muscle strength and endurance. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 60(2), 104-111.

- Lam, C. S., Grewal, J., Borlaug, B. A., Ommen, S. R., Kane, G. C., McCully, R. B., & Pellikka, P. A. (2010). Size, shape, and stamina: the impact of left ventricular geometry on exercise capacity. *Hypertension*, 55(5), 1143-1149. doi:10.1161/HYPERTENSIONAHA.109.146845
- Lim, T. H., Jang, C. Y., O'Sullivan, D., & Oh, H. (2018). Applications of psychological skills training for Paralympic table tennis athletes. *J Exerc Rehabil*, 14(3), 367-374. doi:10.12965/jer.1836198.099
- Lowry, E., Rautio, N., Karhunen, V., Miettunen, J., Ala-Mursula, L., Auvinen, J., . . . Jarvelin, M. R. (2019). Understanding the complexity of glycaemic health: systematic bio-psychosocial modelling of fasting glucose in middle-age adults; a DynaHEALTH study. *Int J Obes (Lond)*, 43(6), 1181-1192. doi:10.1038/s41366-018-0175-1
- Madhavan, S., & Shields, R. K. (2007). Weight-bearing exercise accuracy influences muscle activation strategies of the knee. *J Neurol Phys Ther*, 31(1), 12-19.
- Martinez-Rodriguez, A., Roche Collado, E., & Vicente-Salar, N. (2014). Body composition assessment of paddle and tennis adult male players. *Nutr Hosp*, 31(3), 1294-1301. doi:10.3305/nh.2015.31.3.8004
- Mate-Munoz, J. L., Lougedo, J. H., Barba, M., Garcia-Fernandez, P., Garnacho-Castano, M. V., & Dominguez, R. (2017). Muscular fatigue in response to different modalities of CrossFit sessions. *PLoS One*, 12(7), e0181855. doi:10.1371/journal.pone.0181855
- Matsuzawa, R., Matsunaga, A., Kutsuna, T., Ishii, A., Abe, Y., Yoneki, K., . . . Takahira, N. (2013). Association of habitual physical activity measured by an accelerometer with high-density lipoprotein cholesterol levels in maintenance hemodialysis patients. *ScientificWorldJournal*, 2013, 780783. doi:10.1155/2013/780783

- McCully, K. K., Authier, B., Olive, J., & Clark, B. J., 3rd. (2002). Muscle fatigue: the role of metabolism. *Can J Appl Physiol*, 27(1), 70-82.
- Mendes, R., Sousa, N., & Barata, J. L. (2011). [Physical activity and public health: recommendations for exercise prescription]. *Acta Med Port*, 24(6), 1025-1030.
- Novas, A. M., Rowbottom, D. G., & Jenkins, D. G. (2003). A practical method of estimating energy expenditure during tennis play. *J Sci Med Sport*, 6(1), 40-50.
- Orellana-Barrios, M. A., Fries, J. W., Nugent, K., & Shurmur, S. (2019). Glycated hemoglobin, admission blood glucose delta, and associated mortality in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction. *Proc (Bayl Univ Med Cent)*, 32(3), 325-330. doi:10.1080/08998280.2019.1606614
- Packer, M., & Kitzman, D. W. (2018). Obesity-Related Heart Failure With a Preserved Ejection Fraction: The Mechanistic Rationale for Combining Inhibitors of Aldosterone, Neprilysin, and Sodium-Glucose Cotransporter-2. *JACC Heart Fail*, 6(8), 633-639. doi:10.1016/j.jchf.2018.01.009
- Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2015). Exercise as medicine - evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports*, 25 Suppl 3, 1-72. doi:10.1111/sms.12581
- Peterson, M. D., Sen, A., & Gordon, P. M. (2011). Influence of resistance exercise on lean body mass in aging adults: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*, 43(2), 249-258. doi:10.1249/MSS.0b013e3181eb6265
- Philippou, A., Chryssanthopomicronoulos, C., Maridaki, M., & Koutsilieris, M. (2019). The role of exercise in obesity. *Diabetes Metab Syndr*, 13(5), 2861-2862. doi:10.1016/j.dsx.2019.07.061

- Pluim, B. M., Groppel, J. L., Miley, D., Crespo, M., & Turner, M. S. (2018). Health benefits of tennis. *Br J Sports Med*, 52(3), 201-202. doi:10.1136/bjsports-2017-098623
- Pluim, B. M., Staal, J. B., Windler, G. E., & Jayanthi, N. (2006). Tennis injuries: occurrence, aetiology, and prevention. *Br J Sports Med*, 40(5), 415-423. doi:10.1136/bjism.2005.023184
- Powers, S. K., & Jackson, M. J. (2008). Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. *Physiol Rev*, 88(4), 1243-1276. doi:10.1152/physrev.00031.2007
- Prosenz, J., Ohlinger, T., Mullner, E. W., Marculescu, R., Gerner, C., Salzer, U., . . . Baron, D. M. (2019). Glycated hemoglobin concentrations of red blood cells minimally increase during storage under standard blood banking conditions. *Transfusion*, 59(2), 454-457. doi:10.1111/trf.14956
- Racil, G., Zouhal, H., Elmontassar, W., Ben Abderrahmane, A., De Sousa, M. V., Chamari, K., . . . Coquart, J. B. (2016). Plyometric exercise combined with high-intensity interval training improves metabolic abnormalities in young obese females more so than interval training alone. *Appl Physiol Nutr Metab*, 41(1), 103-109. doi:10.1139/apnm-2015-0384
- Richardson, R. S., Grassi, B., Gavin, T. P., Haseler, L. J., Tagore, K., Roca, J., & Wagner, P. D. (1999). Evidence of O₂ supply-dependent VO₂ max in the exercise-trained human quadriceps. *J Appl Physiol* (1985), 86(3), 1048-1053. doi:10.1152/jappl.1999.86.3.1048
- Rosseto, F. (2012). [The glucose-fatty acid cycle during intense exercise: a contestable theory?]. *Arq Bras Endocrinol Metabol*, 56(7), 465-467. doi:10.1590/s0004-27302012000700010
- Sarzynski, M. A., Ruiz-Ramie, J. J., Barber, J. L., Slentz, C. A., Apolzan, J. W., McGarrah, R. W., . . . Rohatgi, A. (2018). Effects of Increasing Exercise

Intensity and Dose on Multiple Measures of HDL (High-Density Lipoprotein) Function. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 38(4), 943-952. doi:10.1161/ATVBAHA.117.310307

Schneider, D., & Greenberg, M. R. (1992). Choice of exercise: a predictor of behavioral risks? *Res Q Exerc Sport*, 63(3), 231-237. doi:10.1080/02701367.1992.10608738

Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: classifications, training and testing. *J Sports Sci*, 24(9), 919-932. doi:10.1080/02640410500457109

Shete, A. N., Bute, S. S., & Deshmukh, P. R. (2014). A Study of VO2 Max and Body Fat Percentage in Female Athletes. *J Clin Diagn Res*, 8(12), BC01-03. doi:10.7860/JCDR/2014/10896.5329

Smekal, G., von Duvillard, S. P., Pokan, R., Tschan, H., Baron, R., Hofmann, P., . . . Bachl, N. (2003). Changes in blood lactate and respiratory gas exchange measures in sports with discontinuous load profiles. *Eur J Appl Physiol*, 89(5), 489-495. doi:10.1007/s00421-003-0824-4

Smith, M. M., Sommer, A. J., Starkoff, B. E., & Devor, S. T. (2013). Crossfit-based high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. *J Strength Cond Res*, 27(11), 3159-3172. doi:10.1519/JSC.0b013e318289e59f

Thompson, W. R. (2017). Worldwide Survey of Fitness Trends for 2017. 8-17.

Torres-Luque, G., Ramirez, R., Cabello-Manrique, D., Nikolaidis, P. T., & Alvero-Cruz, J. R. (2015). Match analysis of elite players during paddle tennis competition. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15, 1135-1144.

- Triglyceride Coronary Disease Genetics, C., Emerging Risk Factors, C., Sarwar, N., Sandhu, M. S., Ricketts, S. L., Butterworth, A. S., . . . Danesh, J. (2010). Triglyceride-mediated pathways and coronary disease: collaborative analysis of 101 studies. *Lancet*, 375(9726), 1634-1639. doi:10.1016/S0140-6736(10)60545-4
- Vodak, P. A., Savin, W. M., Haskell, W. L., & Wood, P. D. (1980). Physiological profile of middle-aged male and female tennis players. *Med Sci Sports Exerc*, 12(3), 159-163.
- Wang, Y., Shen, L., & Xu, D. (2019). Aerobic exercise reduces triglycerides by targeting apolipoprotein C3 in patients with coronary heart disease. *Clin Cardiol*, 42(1), 56-61. doi:10.1002/clc.23104
- Wen, J., Huang, Y., Lu, Y., & Yuan, H. (2019). Associations of non-high-density lipoprotein cholesterol, triglycerides and the total cholesterol/HDL-c ratio with arterial stiffness independent of low-density lipoprotein cholesterol in a Chinese population. *Hypertens Res*, 42(8), 1223-1230. doi:10.1038/s41440-019-0251-5
- Whiteman-Sandland, J., Hawkins, J., & Clayton, D. (2018). The role of social capital and community belongingness for exercise adherence: An exploratory study of the CrossFit gym model. *J Health Psychol*, 23(12), 1545-1556. doi:10.1177/1359105316664132
- Wolff, G., Taranko, A. E., Meln, I., Weinmann, J., Sijmonsma, T., Lerch, S., . . . Vegiopoulos, A. (2019). Diet-dependent function of the extracellular matrix proteoglycan Lumican in obesity and glucose homeostasis. *Mol Metab*, 19, 97-106. doi:10.1016/j.molmet.2018.10.007