

Incompetência Cronotrópica na Diabetes mellitus tipo 2 Relatório de Estágio

Relatório de Estágio apresentado 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.

Orientadora: Professora Doutora Maria Paula Santos

Miguel Mota Teixeira

Porto, 2023

Ficha de catalogação:

Teixeira M. (2023) *Incompetência Cronotrópica na Diabetes mellitus tipo 2: Relatório de Estágio*. Porto: M. Teixeira. Relatório de estágio profissionalizante para a obtenção do grau de Mestre em Atividade Física, Exercício e Saúde, apresentado à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Palavras-chave: Incompetência Cronotrópica, Diabetes mellitus tipo 2, Avaliações médico-desportivas, Exercício em Hipóxia

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de dedicar uma palavra a todos os que me ajudaram e fizeram parte do meu percurso ao longo deste ciclo que agora fecho. Gostaria de agradecer por todo o apoio dado, pelos laços criados e pelas memórias agora partilhadas. Agradecer à instituição a quem devo a totalidade da minha formação profissional, a Faculdade de Desporto da Universidade do Porto. A todos os docentes que partilharam comigo a sua experiência e conhecimento, e a todos os meus colegas que fizeram parte desta minha jornada, um muito obrigado.

De forma mais particular gostaria de agradecer à Professora Maria Paula Santos, por toda a ajuda dada ao longo deste estágio e pela disponibilidade, amabilidade e simpatia que sempre demonstrou para comigo. Sem a ajuda da Professora, este estágio teria sido impossível de realizar.

Agradecer também ao CMEP – Clínica Médica do Exercício do Porto, e em nome particular ao Doutor Jaime Milheiro, por me terem aberto as portas e permitido a realização deste estágio. Ao Fisioterapeuta Tiago Bessa pelo acompanhamento que me deu, por todo o conhecimento que partilhou e por toda a ajuda e boa-disposição ao longo deste estágio, assim como ao restante staff desde as rececionistas até aos restantes fisioterapeutas, que desde o primeiro momento me receberam na sua família e me ajudaram.

Por último, um grande agradecimento à Doutora Raquel Kindlovits, por me ter dado a oportunidade de fazer parte do seu grupo de investigadores da sua tese de doutoramento e por todo o apoio e aconselhamento ao longo deste tempo.

A todos, um muito obrigado.

Índice

Resumo	XI
Abstract	XIII
Lista de abreviaturas.....	XIV
Introdução.....	1
Enquadramento da prática profissional.....	3
Realização da prática profissional.....	5
Componente Profissional	5
Avaliações Físicas	5
Avaliações médico-desportivas	5
Avaliação Isocinética.....	7
Avaliação Isoinercial.....	9
Reflexão Autocrítica	10
Casos Clínicos.....	12
Caso Rodrigo	12
Caso Paulo	18
Caso Fábio.....	23
Caso Paula	29
Caso Luísa.....	33
Reflexão autocrítica.....	38
Componente científica.....	41
Participação Estudo de Doutoramento "Efeito isolado e combinado da exposição crónica ao exercício em hipoxia e de uma dieta restrita em hidratos de carbono no controlo glicémico e fatores de risco cardiovascular em pacientes com diabetes tipo 2"	41
Participação em Revisão Sistemática	46
Reflexão autocrítica	47
Estudo de Prevalência de Incompetência Cronotrópica (IC) numa População com Diabetes mellitus tipo 2.....	48
Resumo.....	48
Palavras-chave	48
Introdução	48
Métodos	49
Análise incompetência cronotrópica.....	49
Análise estatística.....	50
Resultados	50
Discussão	51
Conclusão	52

Anexo I: Análise Estatística	53
Conclusão.....	55
Referências bibliográficas	56

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Protocolo utilizado no caso clínico Rodrigo	13
Tabela 2 - Protocolo utilizado no caso clínico Paulo.....	19
Tabela 3 - Protocolo utilizado no caso clínico Fábio.....	25
Tabela 4 - Protocolo utilizado no caso clínico Paula.....	30
Tabela 5 - Protocolo utilizado no caso clínico Luísa	34

Índice de imagens

Imagem 1 - Anamnese do Exame Médico Desportivo do Ministério Da Educação secretaria De Estado Da Juventude E Do Desporto instituto Português Do Desporto E Juventude, I.P.	6
Imagem 2 - Esquema do posicionamento dos elétrodos para a realização de um ECG (Manual de Boas Práticas, 2021)	7

Resumo

O estágio profissional serve para proporcionar ao estudante experiência prática no âmbito da sua área de formação. Neste caso, no âmbito da Fisiologia do Exercício. É uma unidade curricular pertencente ao Segundo Ciclo em Atividade Física, Exercício e Saúde, em contextos clínico, da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP).

O estágio profissional decorreu na Clínica Médica do Exercício do Porto (CMEP). Incluiu duas componentes: profissional e científica. Na componente profissional, acompanhei fisioterapeutas na sua atividade e realizei avaliações físicas a atletas. Na componente científica, acompanhei um trabalho de investigação para tese de Doutoramento (“Efeito isolado e combinado da exposição crónica ao exercício em hipoxia e de uma dieta restrita em hidratos de carbono no controlo glicémico e fatores de risco cardiovascular em pacientes com diabetes tipo 2”) e participei na recolha e tratamento de dados científicos para a realização de uma Revisão Sistemática.

Este documento tem como objetivo relatar as experiências vivenciadas ao longo dos seis meses (cumprindo um total de 400 horas).

Com o estudo apresentado no final deste relatório, pretendeu-se avaliar a prevalência de incompetência cronotrópica numa população de diabéticos tipo 2 e procurar associações entre esta entidade, o sexo dos participantes e o IMC.

Palavras-chave: Incompetência Cronotrópica, Diabetes mellitus tipo 2; Avaliações médico-desportivas; Exercício em Hipóxia

Abstract

The professional internship serves to provide the student with practical experience within the scope of his or her area of training. In this case, within the scope of Exercise Physiology. It is a curricular unit belonging to the Second Cycle in Physical Activity, Exercise and Health, in clinical contexts, of the Faculty of Sports of the University of Porto (FADEUP).

The professional internship took place at the Clínica Médica do Exercício do Porto (CMEP). It included two components: professional and scientific. In the professional component, I accompanied physiotherapists in their activity and performed physical evaluations to athletes. In the scientific component, I followed a research work for PhD thesis ("Isolated and combined effect of chronic exposure to exercise in hypoxia and a diet restricted in carbohydrates on glycemic control and cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes") and participated in the collection and treatment of scientific data for the realization of a Systematic Review.

This document aims to report the experiences lived over the six months (fulfilling a total of 400 hours).

With the study presented at the end of this report, we aimed to evaluate the prevalence of chronotropic incompetence in a population of type 2 diabetics and to look for associations between this entity, the sex of the participants and BMI.

Keywords: Chronotropic Incompetence, Type 2 Diabetes mellitus, Medical-sports evaluations, Exercise in Hypoxia

Lista de abreviaturas

BFR – *Blood Flow Restriction*

CMEP – Clínica Médica do Exercício do Porto

DM2 – Diabetes mellitus tipo 2

DEXA – *Dual-energy X-ray absorptiometry*

EH – Exercício em Hipóxia

FADEUP – Faculdade de Desporto da Universidade do Porto

FC – Frequência cardíaca

FCR – Frequência cardíaca de reserva

GLUT-4 – Transportador de glicose 4

HbA1c – Hemoglobina glicada

HIF-1a – Fator induzido pela hipóxia

HOMA-IR – Modelo de avaliação da homeostase da Insulinorresistência

IC – Incompetência cronotrópica

IDF – Federação Internacional da Diabetes

IMC – Índice de Massa Corpotal

INE – Instituto Nacional de Estatística

LCA – Ligamento Cruzado Anterior

MaxCri – *Maximal Chronotropic Response Index*

NO – Óxido nítrico

PIB – Produto Interno Bruto

UMAIA – Universidade da Maia

VEGF – *Vascular endothelial growth factor*

Introdução

De acordo com os dados do INE, a despesa corrente em cuidados de saúde representou 11,2% do PIB (produto interno bruto), sendo calculado no mesmo documento que cerca de 40% dos portugueses apresentam doença crónica ou prolongada *Estatísticas da Saúde : 2021* (2023). No seguimento de estatísticas como esta, que cada vez são mais comuns no nosso quotidiano, várias entidades têm estudado como intervir de forma a melhorar a qualidade de vida da população, diminuindo assim os gastos na saúde e a incidência e gravidade de doenças crónicas ou prolongadas. É neste sentido que surge o exercício físico como alternativa. Segundo o *American College of Sports Medicine*, atividade física regular e exercício estruturado tem sido associado a diversos benefícios de saúde, incluindo menor risco de doença cardiovascular, diabetes mellitus tipo 2, alguns tipos de cancro e mortalidade por todas as causas ajustadas à idade (Riebe et al., 2015).

Uma das barreiras que surge na aplicação deste tão simples “medicamento”, como é a atividade física, é o acompanhamento dos pacientes por profissionais com formação específica e adequada no auxílio destas populações. Tem sido uma preocupação crescente por parte dos dirigentes das organizações de saúde, pois é notório que existe uma lacuna no tratamento primário devido à falta de profissionais do exercício especializados na utilização do exercício físico como terapia não farmacológica.

Na tentativa de dar resposta a esta limitação na formação de profissionais que possam atuar neste âmbito, o estágio de formação do Segundo Ciclo em Atividade Física, Exercício e Saúde da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP) procura dotar o estudante de experiência na abordagem destas populações, entendendo as limitações fisiológicas e mecanismos para ajudar a ultrapassá-las, melhorando a sua qualidade de vida.

Ao longo deste estágio, tive a oportunidade de acompanhar profissionais da área da fisioterapia na reabilitação de pacientes com as mais variadas morbilidades. Tive a oportunidade de estar na presente na avaliação física de atletas, desde jovens até seniores. E tive também a oportunidade de acompanhar um estudo de Doutoramento em participantes com diabetes mellitus tipo 2.

Ao longo deste relatório, irei descrever a minha intervenção neste contexto, assim como as minhas dificuldades e aprendizagens. Irei apresentar os casos clínicos com os quais tive contacto, irei detalhar as avaliações que realizei, o protocolo

utilizado, toda a minha vivência e experiência com os participantes do estudo e toda a minha aprendizagem ao longo deste estágio profissional.

Enquadramento da prática profissional

A Clínica Médica do Exercício do Porto (CMEP) é uma instituição de referência, localizada em Lordelo do Douro, cuja missão é aproximar o exercício da medicina.

Com um conceito inovador, a CMEP é um centro que junta no mesmo espaço um ginásio, um spa e uma clínica de reabilitação física. Muito procurada por atletas de alto rendimento, é um espaço de referência no que toca à reabilitação e recuperação física, investindo também bastante na saúde através do exercício com programas de *anti-aging*. Por ser um conceito de abordagem multidisciplinar, todos os clientes têm direito a usufruir de todos os espaços, havendo campanhas específicas de descontos na utilização dos espaços e diferentes serviços, assim como uma oferta de profissionais com experiência relevante de trabalho em equipas multidisciplinares.

A CMEP, no módulo atual, foi criada em 2019 após a fusão com o ginásio *Well Domus*, sendo que a existência da clínica precede esta data.

Neste momento, a CMEP localiza-se em Lordelo do Douro, diretamente por cima das piscinas do Clube Fluvial Portuense. Neste espaço, reúne muito boas condições para os seus clientes. No primeiro piso, tem um spa com uma oferta diversa de terapias de relaxamento desde massagem até circuitos de água e banhos. No segundo piso, é onde se encontra o seu principal espaço e o espaço onde realizei o meu estágio. Tem um ginásio totalmente equipado para a segurança e conforto dos seus clientes com máquinas de musculação topo de gama, assim como 3 salas de aulas de grupo onde existem aulas das mais diferentes modalidades, como boxe, cycling, Pilates e BodyPump. Como parte deste ginásio, existe também uma sala à parte para a realização de Pilates com a utilização de aparelhos. Sempre com o acompanhamento de profissionais da área, os clientes podem aqui experimentar uma modalidade de exercício diferente que permite trabalhar toda a musculatura do tronco assim como o equilíbrio e o controlo postural.

Na clínica, existem 4 consultórios médicos onde diariamente se realizam consultas de ortopedia, medicina desportiva, nutrição e podologia, assim como avaliações médico-desportivas, como eletrocardiogramas e provas de esforço.

A área dedicada à fisioterapia é composta por diversas pequenas salas e um pequeno ginásio equipado com todo o material necessário à reabilitação dos pacientes como pesos livres e elásticos, barras paralelas e uma máquina de cabos (Kinesis One), para além de diversos aparelhos com o objetivo de atenuar inflamações como o aparelho de tecarterapia (WinBack) e o aparelho de compressão e gelo (Game Ready

Pro 2.1). Neste ginásio, encontra-se também o dinamómetro isocinético (*Humac Norm* da CSMi) assim como a sala Everest, uma sala cujo objetivo é simular a altitude para que seja possível aos clientes treinar em hipoxia. De acordo com a literatura esta abordagem pode ter benefícios a nível fisiológico como promoção da angiogénese e melhoria do metabolismo da glicose (Kindlovits et al., 2022), e no caso de atletas, para o rendimento desportivo (Fernández-Lázaro et al., 2022). Esta sala é a única na região, sendo utilizada para trabalhos de investigação acerca dos benefícios do treino em altitude.

O meu estágio foi realizado neste local, onde acompanhei os fisioterapeutas na sua atividade profissional, realizei avaliações médico-desportivas e ajudei na aplicação de um protocolo de exercício na sala Everest.

Realização da prática profissional

Componente Profissional

Neste capítulo, vou descrever a minha atuação ao longo do estágio na componente prática do mesmo.

Durante os 6 meses de estágio na clínica, realizei diversas funções, cada uma com dificuldades e desafio diferentes, que passarei a descrever ao longo deste capítulo, assim como a minha experiência para os ultrapassar.

Avaliações Físicas

Avaliações médico-desportivas

No âmbito da inscrição nas diversas associações e federações desportivas é necessário a realização de uma avaliação médico-desportiva. Esta avaliação tem como objetivo garantir que o atleta se encontra saudável e apto para a prática desportiva assim como para o despiste de patologias que podem associar-se a morte súbita.

Durante a realização deste estágio realizei este exame a indivíduos com idades entre os 8 e os 65 anos, sendo a maior parte destas avaliações em jovens atletas, com idades compreendidas entre os 10 e os 18 anos, como parte integral da sua inscrição em diversas federações desportivas, sendo a mais comum a inscrição em equipas de natação pura e sincronizada, assim como polo aquático. Também por duas ocasiões, realizei estes exames em jovens estudantes do Ginásio, uma escola de dança em Vila Nova de Gaia. Estes alunos, maioritariamente do sexo feminino, estavam todos na faixa entre os 15 e 18 anos.

Esta avaliação foca-se em dois aspetos principais:

1. *A realização de uma avaliação física quer da composição corporal, quer dos hábitos comportamentais do indivíduo.*

No sentido, de avaliar estes parâmetros, os atletas eram interrogados acerca dos seus hábitos alimentares por um nutricionista, assim como, sintomas ou sinais que pudessem ser reconhecidos pelo profissional de saúde como risco, antes da consulta com um médico especialista que avaliava e tinha a última palavra sobre toda a

avaliação. O guião que segui nestas consultas, era o da ficha de avaliação médico-desportiva.

PARA O ATLETA, PODE SER DIGITALIZADO/FOTOCOPIADO PARA ARQUIV

1. DECLARAÇÕES PESSOAIS (A preencher exclusivamente pelo Atleta ou Encarregado de Educação)

	SIM	NÃO	ANO
1. Esteve internado no Hospital ou Clínica?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2. Foi operado?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3. Perdas de consciencia? Epilepsia?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4. Teve alguma lesão no desporto?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5. Hábitos alcoólicos / tabágicos?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6. Consome narcóticos, estimulantes?(ou outras substancias)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7. Toma regularmente algum medicamento?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8. Doenças alérgicas?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9. Asma, pneumotorax, tuberculose?(outras doenças pulmonares)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10. Doenças do aparelho digestivo?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11. Doenças do coração?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12. Doenças renais?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13. Doenças ósseas (coluna ou articulações)?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14. Diabetes	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15. Doenças do sangue?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16. Doenças mentais?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17. Doenças da pele?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18. Teve alguma doença aqui não mencionada?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19. Já fez um exame médico desportivo?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20. Resultado do exame anterior:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Confirmo as declarações por mim efetuadas.

Data

Assinatura (O próprio, com idade igual ou superior a 18 anos, ou Encarregado de Educação)

Imagem 1 - Anamnese do Exame Médico Desportivo do Ministério Da Educação secretaria De Estado Da Juventude E Do Desporto instituto Português Do Desporto E Juventude, I.P.

Para evitar uma possível má interpretação por parte do indivíduo, cada pergunta era explicada de forma breve com alguns exemplos, de forma a não ser influenciada por uma possível falta de conhecimento ou entendimento. Após o preenchimento da ficha e da anamnese, o paciente passava depois para uma balança de Bioimpedância (*InBody 270*) onde colocava os pés descalços sobre elétrodos assim como as mãos. Este aparelho, fornecia então dados sobre a composição corporal do atleta, nomeadamente, a quantidade de massa muscular e de massa gorda, onde depois era feita uma pequena avaliação do estado nutricional do atleta.

2. Avaliação médica dos riscos cardiovasculares e respiratórios, através de um eletrocardiograma em repouso e auscultação médica.

Após a avaliação inicial, o atleta era então submetido a um eletrocardiograma em repouso, seguindo as instruções do manual de boas práticas da Associação Portuguesa de Cardiopneumologistas (*Manual de Boas Práticas, 2021*). O sujeito deitava-se na marquesa em decúbito dorsal, com o peito exposto onde eram

colocados os sensores. Eram colocados 6 elétrodos na zona do peito: dois sensores no 4º espaço intercostal no bordo direito e esquerdo do esterno, V1 e V2, respetivamente. V4, V5 e V6 eram colocados no 5º espaço intercostal, respetivamente, na linha médio-clavicular, na linha axilar anterior e na linha médio axilar. Finalmente, o sensor V3 era colocado entre V2 e V4. Em baixo, na imagem, podemos ver um esquema da posição dos elétrodos.

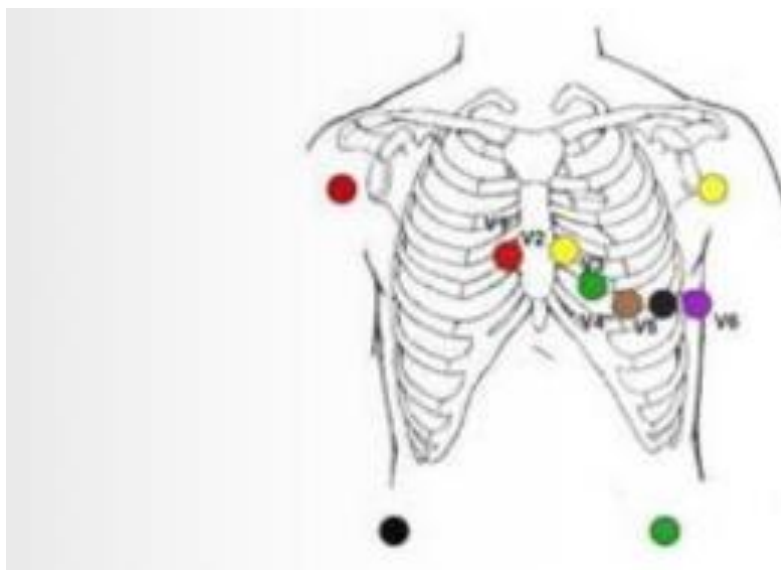


Imagem 2 - Esquema do posicionamento dos elétrodos para a realização de um ECG (Manual de Boas Práticas, 2021)

Para além destes eram também colocados dois elétrodos nos punhos (vermelho do braço direito e amarelo no braço esquerdo) e dois nos tornozelos (preto no tornozelo direito e verde no tornozelo esquerdo). Toda a informação recolhida pelos elétrodos era depois enviada para o computador, onde era necessário capturar um traçado do sinal obtido, sendo depois impresso para ser posteriormente avaliado pelo médico especialista.

Avaliação Isocinética

Atualmente, nos clubes de alto rendimento, para além das avaliações cardiorrespiratórias, os atletas são submetidos a testes isocinéticos, nos quais são procurados desequilíbrios musculares e medidos os valores de força que o atleta é capaz de fazer. Mais tarde, estes resultados podem ser extrapolados para a prática

desportiva, como possíveis fontes de lesão, melhoria do rendimento do atleta e, muito importante nos dias de hoje, como forma de atribuir ao atleta um valor de performance basal, que pode depois ser utilizada para comparação durante os períodos de avaliação ou de reabilitação após uma lesão (Bagordo et al., 2020).

O protocolo num dia de avaliação isocinética consistia em:

I. Aquecimento

O indivíduo realizava entre 5 a 8 minutos de bicicleta estática a uma intensidade não muito elevada, de forma a aumentar a circulação sanguínea local mas sem causar fadiga, de forma a que nos minutos seguintes fosse capaz de realizar movimentos na força máxima sem correr risco de lesão.

II. Posicionamento

O indivíduo era depois colocado na cadeira de acordo com as indicações fornecidas pelo software, de forma que se encontre na posição correta o mais confortável possível, assim como para que não houvesse deslizamentos durante o movimento que pudessem adulterar a veracidade dos resultados.

III. Testes de força máxima e de velocidade ou resistência de força

Primeiramente, eram realizados os testes de força de máxima e após estes, os testes de velocidade ou de resistência da força. Após os atletas estarem sentados e na posição certa, iniciava-se uma série de aquecimento ou preparação, para que fosse possível verificar se o atleta estava realmente bem posicionado e para que percebesse bem o esforço e movimento que teria de realizar. Após a série de preparação iniciavam-se as séries de teste.

Nos testes de força máxima, eram realizadas 3 séries de 5 repetições com descanso entre elas (mantendo a mesma posição) para cada membro. Entre cada série o atleta descansava cerca de 1min, saindo apenas da cadeira quando trocava o membro que estava a ser testado.

Após se testar os dois membros em relação à força máxima, eram repetidos os procedimentos de posicionamento do indivíduo, para realização do teste de velocidade. Para o teste de velocidade, o atleta realizava 3 séries de 15 repetições para cada membro, com descanso entre as mesmas, apenas saindo da cadeira para trocar o membro que estava a ser utilizado.

Ao longo deste estágio, realizei duas avaliações isocinéticas, em atletas, de modalidades diferentes. Realizei a avaliação de um atleta paraolímpico de natação, na qual foram testados todos os movimentos dos membros inferiores: adução e abdução da anca, rotação interna e externa da anca, flexão e extensão do joelho, e flexão e extensão do tornozelo. Realizei também a avaliação de um atleta de futebol, recentemente chegado a uma das nossas ligas profissionais sendo que, nesse atleta, apenas foi realizada a avaliação da flexão e extensão do joelho.

Avaliação Isoinercial

Foi necessário realizar uma avaliação médica a um atleta, para que este pudesse ser inscrito na respetiva federação como profissional. Tratava-se de um jogador de futebol profissional que estava prestes a mudar de equipa no estrangeiro, e, como se encontrava de férias no nosso país, pediu autorização para realizar os exames médicos cá.

Devido à indisponibilidade do dinamómetro isocinético, uma avaliação de recurso teve de ser utilizada: a avaliação isoinercial. A utilização destes aparelhos tem sido cada vez mais uma prática recorrente nos atletas de alto nível, devido às suas características e adaptações fisiológicas. É frequentemente usada como instrumento de treino, devido à grande carga excêntrica que proporciona ao músculo, permitindo treinar a potência muscular de uma forma totalmente inovadora (Fiorilli et al., 2020).

No caso deste atleta, o protocolo passava por realizar uma série de movimentos específicos da modalidade e registar o *output* de força, obtendo assim um valor da força total capaz de ser realizada pelo indivíduo. Foram também realizadas provas de força máxima isométrica e de salto em plataformas de força.

No dia de avaliação isoinercial o protocolo foi o seguinte:

I. Aquecimento

O atleta em primeiro lugar realizou um aquecimento numa bicicleta estática de 5 a 8 minutos.

II. Posicionamento

Após o aquecimento, o atleta posicionou-se na máquina de agachamento colocando um colete adequado ao seu tamanho e definindo a sua posição.

III. Teste

Inicialmente, o atleta realizou uma série para se adaptar e perceber o tipo de movimento que iria realizar, realizando depois 10 repetições máximas. Entre cada série o atleta descansou apenas 30 segundos.

Após o agachamento isoinercial, o atleta descansou cerca de 5 minutos antes de passar à prova seguinte – contração máxima isométrica.

Colocando-se na plataforma de força com o colete preso por um cabo na plataforma, o atleta flete ligeiramente os joelhos imitando a fase final de um agachamento. Após o sinal dado pelo técnico, realizou a força máxima durante 5 segundos, contra a plataforma tentando esticar os joelhos e colocando-se na posição vertical. Foram realizadas 3 repetições.

De seguida, foi retirado o colete e o cabo que o prendia à plataforma e realizado um teste de salto, onde através do tempo que o atleta se encontra no ar, foi calculada a altura a que saltou, registando também a distribuição das forças quer no momento de *take-off* quer no momento da aterragem.

Finalmente, foi realizado nova prova isoinercial, de extensão da perna.

O atleta deitou-se no chão com uma caneleira presa no tornozelo, com um cabo que iria realizar força no sentido da cabeça, tendo o atleta de contrariar esta força e estendendo o membro inferior em direção ao chão.

IV. Elaboração de um relatório

Os dados recolhidos foram organizados numa tabela para posterior interpretação.

Reflexão Autocrítica

Ao longo do meu estágio curricular, tive a oportunidade de experienciar dois tipos de avaliação médica: isocinética e isoinercial. Estas avaliações são metodologicamente distintas. Tive oportunidade de conhecer ambas, quer na sua realização, assistindo no cumprimento do protocolo e ajudando o profissional e o sujeito que estava a ser testado, assim como, ajudando o profissional que realizou o teste na elaboração do relatório para apresentação dos resultados do mesmo.

Os testes isocinéticos são os mais utilizados na literatura na avaliação e descrição da força muscular. São utilizados por equipas em todo o mundo, como forma de avaliação do risco de lesão, avaliando as diferenças de forças de músculos

antagonistas e agonistas, e a força máxima que um indivíduo é capaz de realizar. No âmbito do meu estágio curricular, foram realizados sobretudo para avaliar o estado físico do indivíduo e estimar o risco de lesão precocemente, para que o atleta evite futuros problemas. Devido a ser um tipo de testagem também muito associado à investigação científica, sinto que foi uma parte importante do meu estágio, que me permitiu ganhar alguma experiência e conhecimento, ainda que limitada, relativamente ao uso deste material e deste método de testagem. Penso que foi uma experiência bastante positiva para o meu percurso profissional e académico, pois apesar de ter tido a possibilidade de experimentar este mesmo material na faculdade, tive uma maior proximidade ao equipamento. Realizei 3 avaliações ao longo do estágio, 2 como avaliação de atletas para inscrição nas respetivas federações e 1 como parte de um caso clínico como método de reavaliação. No entanto, gostaria de ter tido mais oportunidades para realizar estas avaliações, assim como, experimentar diferentes abordagens como testes de velocidade ou mesmo outras articulações, nomeadamente o ombro.

O teste isoinercial surgiu durante o estágio como uma solução de recurso, pois o dinamómetro isoinercial estava indisponível. Como forma de preparar esta avaliação, pesquisei, em conjunto com o fisioterapeuta, os testes mais adequados a realizar e que tivessem uma maior relação com os valores dados pelo teste isocinético. Através desta pesquisa, tive a possibilidade de ver e experienciar os diferentes tipos de teste que são possíveis de fazer quer com aparelhos isocinéticos, quer com plataformas de força. A meu ver, esta experiência foi também bastante positiva para o meu percurso enquanto profissional da área do exercício, pois tive a oportunidade de trabalhar com um método de treino totalmente diferente do normal. A carga excêntrica que este tipo de equipamento oferece é ideal para preparar atletas para a competição, mas tem também efeitos muito positivos na recuperação de lesão e na prevenção da mesma. Pelo meu investimento na pesquisa e simulação de vários protocolos, sinto que evoluí bastante no manuseamento e na utilização destes equipamentos para a realização de testes físicos. Apesar de não se obter os mesmos resultados que as avaliações isocinéticas, é possível analisar a forma como o indivíduo se comporta e ter resultados quase imediatos que traduzem a força que o indivíduo está a realizar ou que é capaz de realizar, podendo ser muito útil na reavaliação de sujeitos que se encontrem em recuperação de lesão ou atletas que estejam prestes a regressar à competição.

Na minha opinião, a oportunidade que tive de poder realizar estes dois tipos de avaliação, foi francamente positiva e enriqueceu o meu conhecimento enquanto profissional da área do exercício e possivelmente enquanto investigador.

Casos Clínicos

Neste capítulo passo de seguida a apresentar os casos clínicos com os quais tive mais contacto. Em cada caso irei apresentar o contexto clínico em que o paciente se encontrava assim como o protocolo que utilizei para guiar a minha intervenção, descrevendo uma sessão típica. Para efeito de proteção de dados individuais todos os nomes utilizados neste capítulo são fictícios, não correspondendo ao nome real dos pacientes. No entanto, o caso e as características apresentadas são reais.

Caso Rodrigo

Utente do sexo masculino, 22 anos, sem antecedentes clínicos e sem medicação habitual, apresenta dor na zona lombar com incapacidade de torção e flexão do tronco e falta de força nos membros inferiores.

É estudante de arquitetura e habitualmente sedentário. Referiu que já apresenta sintomas desde que entrou na faculdade, sentindo um agravamento quando tentou jogar futebol com os amigos de forma mais regular.

Avaliação Inicial

Na avaliação inicial deste caso, o médico especialista procurou uma causa patologia orgânica / estrutural que justificasse a sintomatologia apresentada. As limitações do paciente como o grau de tensão muscular, o grau de flexão e torção que o paciente conseguia tolerar sem dor e testes de força para avaliação de fraquezas nos músculos estabilizadores, foram avaliadas pelo fisioterapeuta

O paciente, não apresentava patologia estrutural (hérnia discal). Após a avaliação pelo fisioterapeuta, foi notório que o paciente apresentava défices de força significativos na musculatura acessória e estabilizadora, nomeadamente, nos adutores, glúteos médios e músculos abdominais. Também devido ao período de inatividade física, apresentava sinais de atrofia muscular nos músculos do quadrípíte.

Pesquisa Literatura

Na pesquisa para este caso clínico, devido à inexistência de hérnias ou outras comorbidades, a pesquisa centrou-se em protocolos de instituições especializadas, centradas em lombalgias crônicas e agudas sem causa específica.

Nesta pesquisa, não encontrei protocolos específicos acerca do tema. No entanto, considerei particularmente relevante um artigo de revisão de 2021 sobre as principais recomendações em relação a diversos tipos de lombalgia. (Steven Z. George, 2021). Comparando com o caso em questão, e com outras revisões semelhantes (Gonzalez-Medina et al., 2021; Hayden et al., 2021; Owen et al., 2020), desenvolvi um pequeno protocolo ou modo de intervenção, posteriormente mostrado ao fisioterapeuta que estava a acompanhar. O procedimento passou por incorporar atividades de endurance moderadas como forma de gestão de dor, normalmente realizadas fora do espaço físico da intervenção (realizadas em casa), assim como exercícios de fortalecimento dos músculos do tronco com e sem flexão. Na ausência de um protocolo específico, a intervenção foi guiada pela capacidade de resposta do paciente.

Descrição sessões

Tabela 1 - Protocolo utilizado no caso clínico Rodrigo

Fase I: Fase aguda – 1 a 2 semanas	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none">• Diminuir a dor sentida pelo paciente• Aumentar a amplitude de movimentos que o paciente apresenta• Diminuir a atrofia dos músculos acessórios (glúteos, abdominais)
Cuidados	<ul style="list-style-type: none">• Realizar sempre um aquecimento prévio com exercícios de mobilidade da coluna (ex:gato-camelo), assim como alguns alongamentos estáticos de forma a libertar alguma tensão acumulada.• No final de cada sessão realizar sempre terapias relacionada com a diminuição da inflamação e relaxamento (ex: tecarterapia e/ou “calor”)• Parar imediatamente o exercício caso o paciente apresente dores no mesmo. Se as dores não reduzirem com descanso,

cessar o momento atual e iniciar a fase de desinflamação e relaxamento.

**Protocolo
(com base na
tolerância do
paciente)**

- Aquecimento através de mobilidade da coluna e ativação dos principais músculos estabilizadores.
 - Mobilidade ativa da coluna com exercícios como o gato-camelo ou o *deadlift jefferson*. Realizados sempre sem carga.
 - Alongamentos estáticos da coluna com ou sem assistência do profissional.
 - Ativação isométrica dos músculos adutores com bola de Pilates ou dos glúteos com elásticos.
- Reforço dos músculos abdominais, inicialmente sempre com movimentos curtos e controlados, aumentando a amplitude com as sessões
 - Flexão abdominal assistida com bola de Pilates
 - *Deadbug*
 - *Bird-dog*
- Reforço dos músculos estabilizadores da anca
 - Utilizando a cadeira adutora e abductora, o paciente realiza movimentos curtos, com pouca carga e tentado manter em isometria no pico da contração muscular.
- Reforço dos quadríceps por electroestimulação (Compex 4.0^{®1})
 - Utilizando aparelhos de eletroestimulação, realiza-se um pequeno protocolo de reforço dos quadríceps.

Fase II: Fase protetora – 2 a 3 semanas

Objetivos

- Aumentar a amplitude de movimentos que o paciente apresenta
- Aumentar a produção de força realizada pelo paciente
- Reforço dos músculos estabilizadores

Cuidados

- Realizar sempre um aquecimento prévio com exercícios de mobilidade da coluna (ex:gato-camelo), assim como alguns alongamentos estáticos de forma a libertar alguma tensão
-

¹ Compex 4.0 – marca / modelo do eletroestimulador utilizado.

acumulada.

- No final de cada sessão realizar sempre terapias relacionada com a diminuição da inflamação e relaxamento (ex: tecarterapia e/ou “calor”)
- Caso o paciente apresente alguma queixa de dor, reverter para a progressão anterior. Caso a dor se mantenha, cessar o exercício

**Protocolo
(com base na
tolerância do
paciente)**

- Aquecimento através de mobilidade da coluna e ativação dos principais músculos estabilizadores.
 - Mobilidade ativa da coluna com exercícios como o gato-camelo, o *deadlift jefferson* e *good mornings*. Realizados com carga baixa.
 - Alongamentos estáticos da coluna sem assistência do profissional.
 - Ativação isométrica dos músculos adutores com bola de Pilates ou dos glúteos com elásticos.
- Reforço dos músculos abdominais, nesta fase com amplitude total e consoante a capacidade de o paciente acrescentar carga.
 - Flexão abdominal
 - *Deadbug*
 - *Bird-dog*
 - Prancha frontal e lateral (estática)
- Reforço dos músculos estabilizadores da anca
 - Utilizando a cadeira adutora e abductora, o paciente realiza movimentos com o máximo de amplitude possível, com carga mais elevada e tentado manter em isometria no pico da contração muscular.
 - Trabalho proprioceptivo no BOSU (equilíbrio a um pé com o joelho ligeiramente fletido)
- Reforço dos quadríceps, dos isquiotibiais e glúteos de forma concêntrica
 - Agachamentos com carga baixa
 - Pontes de glúteo no chão
 - Variações de *lunges* (*reverse*, *walking*, frontal)

Fase III – Return to play – 2 a 3 semanas

Objetivos	<ul style="list-style-type: none">• Garantir que o paciente não apresenta dor em nenhum movimento• Garantir amplitude total em todos os movimentos realizados.• Aumentar a carga dos exercícios para preparar o paciente para um futuro que deseja ativo.
Cuidados	<ul style="list-style-type: none">• Realizar sempre um aquecimento prévio com exercícios de mobilidade da coluna (ex: gato-camelo), assim como alguns alongamentos estáticos de forma a libertar alguma tensão acumulada.• No final de cada sessão apenas realizar terapias relacionadas com a diminuição da inflamação e relaxamento, se o paciente apresentar queixas. Caso de não apresente queixas, realizar apenas alguns alongamentos leves como forma de <i>cool down</i>.
Protocolo (com base na tolerância do paciente)	<ul style="list-style-type: none">• Aquecimento através de mobilidade da coluna e ativação dos principais músculos estabilizadores.<ul style="list-style-type: none">○ Mobilidade ativa da coluna com exercícios como o gato-camelo ou o <i>deadlift jefferson</i>. Realizados com carga baixa.○ Alongamentos estáticos da coluna sem assistência do profissional.○ Ativação isométrica dos músculos adutores com bola de Pilates ou dos glúteos com elásticos.• Reforço dos músculos abdominais, com amplitude total e de preferência com o acrescento de carga.<ul style="list-style-type: none">○ Flexão abdominal○ Roda abdominal○ <i>Deadbug</i>○ <i>Bird-dog</i>○ Prancha frontal e lateral (dinâmica)• Reforço dos músculos estabilizadores da anca<ul style="list-style-type: none">○ Cadeira abduutora e adutora com amplitude total e carga elevada.○ Trabalho proprioceptivo no BOSU (exercícios dinâmicos, como <i>lunges</i> e agachamentos)

-
- Reforço dos quadríceps, isquiotibiais e glúteos
 - Agachamento com carga elevada
 - Elevação pélvica com carga
 - Variações de *lunges*
-

Momentos de reavaliação:

Devido à natureza da lesão apresentada pelo paciente, ao longo das sessões não houve momentos específicos de reavaliação. No entanto, apenas avançávamos de fase no tratamento, se o paciente apresentasse os índices corretos e cumprisse com os objetivos propostos. Para que estes parâmetros fossem cumpridos, o fisioterapeuta aproximadamente a cada 2 semanas, repetia as avaliações que realizou no primeiro contacto de forma a ver a evolução do paciente. Também neste capítulo, foi muito importante o feedback do paciente que ia relatando a sua evolução, como se sentia na sua vida quotidiana e se sentia que estava a ultrapassar as suas dificuldades.

Último Contacto:

No último contacto que tive com este paciente, ao fim de 6 semanas de reabilitação, foi-lhe dada alta pelo fisioterapeuta e pelo médico que o acompanhava. O paciente referia que já não apresentava dores, sentia-se fisicamente mais competente e capaz de realizar os esforços do dia a dia sem qualquer dificuldade. Referiu também que já tinha recuperado o hábito de jogar futebol com os seus amigos e que se realizasse um bom aquecimento já não sentia dores. Também a forma como foi acompanhado fez com que percebesse como proceder se voltasse a sentir dores semelhantes, sendo que inclusive já se tinha inscrito no ginásio para poder continuar a treinar e evitar problemas futuros.

Caso Paulo

Utente do sexo masculino, 60 anos, sem antecedentes clínicos de relevo e sem medicação habitual, encontra-se a recuperar após cirurgia por rotura proximal do tendão coracobraquial.

É praticante de polo desde os 20 anos e de Jiu-Jitsu desde os 50, sofreu a rotura durante um treino de jiu-jitsu num movimento de “*armlock*”. O tendão rompeu tendo depois de ser reinserido no osso por cirurgia.

Avaliação Inicial

No primeiro momento de contacto com o paciente, o edema da cirurgia ainda era evidente assim como a atrofia muscular do bicípite, do peitoral e do deltoide principalmente a faixa anterior e medial, devido ao condicionamento.

O paciente não era capaz de elevar o braço a 90°, nem de forma frontal nem de forma lateral, inclusivamente apresentando queixas dolorosas mesmo com extensão passiva (com ajuda do fisioterapeuta).

Pesquisa Literatura

Na minha pesquisa de literatura sobre este caso, procurei protocolos que pudessem ajudar a guiar a intervenção. Por se tratar de uma lesão rara, não encontrei protocolos estabelecidos, mas apenas 1 estudo de caso sobre uma lesão semelhante. (Saltzman et al., 2015). Neste estudo, uma mulher de 57 anos, sofreu uma rotura tendinosa após queda com o braço numa posição estendida. Inicialmente, suspeitava-se de uma lesão na coifa dos rotadores ou uma fratura escondida, no entanto, após RMN foi diagnosticada com uma rotura total do tendão do coracobraquial, sendo que tal como o nosso paciente, foi submetida a tratamento cirúrgico. No caso desta mulher, 3 meses após a operação, já se encontrava a relativamente sem dores e sentia-se a “75%” do seu normal. Aos 4 meses, deixou inclusive a fisioterapia, passando para exercícios *home-based*. Neste artigo, não foi referido o protocolo usado na fisioterapia, mas foi possível prever o período e evolução da recuperação neste tipo de lesão.

Descrição sessões

Tabela 2 - Protocolo utilizado no caso clínico Paulo

Fase 1 – Fase aguda 3 a 4 semanas	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none">• Diminuir a dor e o edema sentido pelo paciente• Aumentar a amplitude de movimentos que o paciente apresenta• Recuperar alguma mobilidade e capacidade funcional do braço• Diminuir a atrofia dos músculos adjacentes à lesão, nomeadamente, peitoral, deltóides, supraespinhoso e bicípites.
Cuidados	<ul style="list-style-type: none">• Caso o paciente apresente sintomatologia dolorosa incapacitante, parar imediatamente o esforço.• No final de cada sessão, realizar sempre tratamento anti-inflamatório e analgésico como tecarterapia.
Protocolo (com base na tolerância do paciente)	<ul style="list-style-type: none">• Inicialmente, aquecer a região, geralmente com massagem por parte do fisioterapeuta. Ocasionalmente, foi utilizado terapia de calor.• Após este aquecimento, o fisioterapeuta começa então alguns exercícios de mobilidade, procurando primeiro libertar tensão acumulada nos músculos afetados pela imobilização do braço, através de terapia manual. Após a libertação, inicia-se os movimentos de mobilidade (extensão, abdução, rotação, flexão):<ul style="list-style-type: none">○ Numa primeira fase, sempre de forma assistida pelo fisioterapeuta, procurando aumentar a mobilidade de forma passiva.○ Numa segunda fase, o paciente deve tentar produzir os mesmos movimentos sem ajuda do fisioterapeuta, avançando sempre ao seu ritmo.○ Numa terceira fase, os principais movimentos do braço eram realizados com resistência oferecida pelo fisioterapeuta e posteriormente por carga externa (elásticos, cabos, peso livre).• De seguida, o paciente realizava trabalho de electroestimulação, utilizando o Compex 4.0 ®, onde

procurava evitar mais perda de massa muscular nos músculos mais atrofiados e iniciar o processo de recuperação da força e do tônus muscular. Os elétrodos eram colocados nos músculos mais afetados, nomeadamente, deltoides, supra-espinhoso e peitoral.

Fase II – Fase Protetora 5 a 6 semanas

Objetivos

- Aumentar a amplitude de movimentos que o paciente apresenta
- Recuperar mobilidade total e capacidade funcional do braço
- Aumentar os níveis de força e resistência dos músculos afetados.

Cuidados

- Caso o paciente apresente sintomatologia dolorosa incapacitante, reduzir a carga ou a progressão do exercício. Se as queixas se prolongarem, parar imediatamente o programa de exercício e iniciar procedimentos anti-inflamatórios e analgésicos.
- No final de cada sessão, realizar sempre tratamento anti-inflamatório e analgésico (tecarterapia)

Protocolo (com base na tolerância do paciente)

- Antes de iniciar um esforço, o paciente realiza sempre um aquecimento dos músculos posteriores do ombro (trapézio, supra espinhoso e infra espinhoso), realizando um pequeno protocolo:
 - Com os punhos encostados à parede e um elástico entre os pulsos, realizava movimentos de abdução um braço de cada vez, em várias direções – 5 para cima, 5 para o lado e 5 para baixo, trocando de braço após estas 15 repetições.
 - Com a ajuda de um cabo, realizava rotação interna e externa com carga baixa, apenas dentro da amplitude que considerasse confortável.
- Reforço dos músculos do ombro (inicialmente sempre feito unilateralmente, com o aumento da capacidade de força, iniciar movimentos bilaterais, com a carga a ser sempre definida pelo braço lesionado)
 - Flexão do braço com cabo
 - Extensão do braço com cabo (remada unilateral)

- *Chest fly* com cabo
- Trabalho isométrico
- Trabalho de electroestimulação com o Compex 4.0 ®, de forma estática e de forma dinâmica.
 - Elevação lateral
 - Adução isométrica com bola de pilates (numa fase mais avançada, adução isométrica com rotação da bola).
- Introdução ao treino excêntrico, utilizando aparelhos isoinerciais.

Return to play – 6 a 8 semanas

Objetivos

- Atingir amplitude total de movimentos
- Iniciar trabalho para retorno à atividade desportiva
- Aumentar níveis de força, resistência e potência do membro

Cuidados

- Caso o paciente apresente sintomatologia dolorosa incapacitante, reduzir a carga ou a progressão do exercício. Se as queixas se prolongarem, parar imediatamente o programa de exercício e iniciar procedimentos anti-inflamatórios e analgésicos.
- No final de cada sessão, realizar sempre tratamento anti-inflamatório e analgésico (tecarterapia)

Protocolo (com base na tolerância do paciente)

- Aquecimento ativo por toda a amplitude de movimentos:
 - *Chest fly* nos cabos
 - Remada unilateral nos cabos
 - Movimentos elástico na parede
- Alongamentos dinâmicos, procurando total mobilidade do membro.
- Reforço através de exercícios calisténicos – TRX e *push-up*.
 - Remada bilateral
 - *Inverse fly* no TRX
 - Flexão e extensão do cotovelo
 - Variações de *push-up*, quer no TRX quer em plataformas de altura variável.
- Treino excêntrico com aparelhos isoinerciais, nomeadamente remada unilateral.
- Atividades com impacto e específicas do desporto (polo

aquático e jiu-jitsu):

- Passes em equilíbrio no bosu
 - *Wall chest pass* com bola medicinal
 - *Overhead pass* com bola medicinal
 - *Side pass* com bola medicinal
 - Simulador de natação
 - Variantes do *grabbing* específico do jiu-jitsu
-

Momentos de reavaliação:

Durante o desenrolar deste caso clínico, houve dois momentos de avaliação específicos. O primeiro momento, foi no final das primeiras 4 semanas de tratamento, no qual o fisioterapeuta avaliou a mobilidade do paciente, através de movimentos e técnicas específicas. Além destes movimentos, o paciente também tinha de ser capaz de mover livremente o braço, sem dor, numa amplitude de movimentos muito próxima da amplitude total, ou seja, rotação do braço quase total e flexão e abdução do braço superiores a 90°.

Numa segunda fase, para testar se se encontrava capaz de iniciar o protocolo de regresso à atividade desportiva, na terceira semana de dezembro, sensivelmente passado 10 semanas desde o primeiro contacto, o paciente realizou avaliações de força isoinerciais. Nestas avaliações, foi em primeiro lugar testada a capacidade excêntrica de força, realizando o movimento de remada unilateral, com pega pronada, supinada e neutra, num cabo ligado a rodas isoinerciais. O objetivo passava por ser capaz de segurar a força que a máquina devolvia em todas as diferentes pegas. Esta força era medida pela máquina e comparada com a força concêntrica realizada pelo paciente. Comparando estas forças, assim como a existência ou ausência de queixas dolorosas, era decidido se o sujeito estava ou não pronto para avançar para uma nova fase do protocolo de recuperação. Similarmente, utilizando uma plataforma de força, foi também medida a força máxima que o indivíduo era capaz de realizar na flexão total do braço, valor este que foi comparado com um valor de referência e posteriormente com nova avaliação. O resultado desta avaliação, foi o esperado. Os níveis de força do paciente encontravam-se a um nível bastante razoável, tendo em conta a idade do sujeito. No entanto, para um retorno seguro à prática desportiva, devido à natureza das modalidades praticadas (jiu-jitsu e polo aquático) era ainda baixo, mostrando que o paciente ainda tinha um longo caminho pela frente até ao retorno pleno, mas que estava a recuperar de forma bastante positiva. Nesta

avaliação, as queixas dolorosas também foram tidas em conta, ocorriam apenas em momentos específicos de apenas alguns movimentos.

Último contacto:

No último contacto que tive com este paciente, após cerca de 6 meses de acompanhamento, este encontrava-se na penúltima sessão prescrita pelo médico, encontrava-se confiante e otimista em relação à sua recuperação, tendo inclusive iniciado treinos com a equipa de polo aquático. Referiu que apesar de uma maior fadiga no membro que tinha lesionado (braço dominante), não tinha dores na prática desportiva. Neste último contacto, já tinha recuperado por completo os seus hábitos desportivos regulares, com dois treinos de polo aquático por semana, ainda que algo limitado a nível de esforço, assim como a sua rotina de musculação, também duas vezes por semana, referindo realizar quase todos os movimentos sem dor ou dificuldade e com cargas bastante semelhantes aos que estava habituado antes da lesão. O único movimento onde ainda sentia dificuldade, era o movimento de *push-up* com os braços mais abertos, dizendo, no entanto, que se alterasse a posição não sentia qualquer desconforto. Dentro da sua rotina normal, o único momento que ainda não tinha recuperado de forma quase total era os treinos de jiu-jitsu, também por algum receio, visto que foi nesse contexto que sofreu a lesão. No entanto, afirmou que iria regressar na semana seguinte a acabar o tratamento, sendo aconselhado a retornar com precaução e realizando sempre um bom aquecimento antes de iniciar a aula ou o treino.

Caso Fábio

Utente do sexo masculino, 30 anos, sem antecedentes clínicos de relevo e sem medicação habitual, encontra-se a recuperar após cirurgia do ligamento cruzado anterior do joelho direito.

É ex-militar e, atualmente, árbitro profissional de futebol. Sofreu a lesão durante um treino, numa mudança de direção. Após isso, foi submetido a cirurgia de reconstrução do LCA através do tendão rotuliano.

Avaliação Inicial

No momento do primeiro contacto, o paciente tinha sido operado há cerca de 1 mês, estando já numa fase da recuperação mais avançada. Já conseguia caminhar sem ajuda de aparelhos, apesar de ainda claudicar por incapacidade alcançar a extensão completa do joelho de forma autónoma na posição anatómica. Já se encontrava de baixa profissional, há cerca de 3 meses, tendo feito tratamento pré-habilitação, antes da operação. Devido à imobilização recente, o paciente encontrava-se com o quadricípite da coxa direita bastante atrofiado.

Pesquisa Literatura

Uma rotura do ligamento cruzado anterior do joelho é uma lesão bastante comum, principalmente em desportos associados a saltos e a mudanças de direção, como por exemplo o futebol e o voleibol. São lesões que normalmente exigem cirurgia e um longo tempo de paragem para recuperação completa e regresso à prática desportiva. O tipo de cirurgia não costuma alterar o tempo de paragem, no entanto, pode originar sequelas diferentes, sendo por isso também algo a avaliar ("Anterior Cruciate Ligament Injury," 2018).

Nos protocolos que encontrei, não existe diferença entre o tipo de cirurgia realizada, tendo todos as mesmas fases protocoladas e objetivos muito semelhantes. O protocolo em baseei a minha intervenção foi o *Melbourne ACL Rehabilitation Guide 2.0* (Hughes, 2018), protocolo mais recente e da autoria de investigadores de renome e experiência na área. Este protocolo assenta em 6 fases, sendo uma delas pré-operatória. Como o contacto que tive com o paciente foi pós-operatório, o meu foco incidiu-se nas 5 fases seguintes, das quais apenas tive oportunidade de auxiliar em 4, devido ao tempo de recuperação e a complicações que surgiram ao longo das sessões.

Descrição sessões

Tabela 3 - Protocolo utilizado no caso clínico Fábio

Fase 1 – Recuperação da cirurgia	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none">• Reduzir a inflamação presente no joelho• Recuperar a mobilidade e amplitude total do joelho• Recuperar a ativação do quadríceps
Cuidados	<ul style="list-style-type: none">• No período logo após a operação, é preferível permitir a recuperação completa do joelho, não apressando os exercícios de reforço.• Durante esta fase, aplicar bastante gelo e compressão no joelho e no local dador do tendão.
Protocolo (com base na tolerância do paciente)	<ul style="list-style-type: none">• De forma passiva, ou seja, com ajuda do fisioterapeuta, o paciente realiza os movimentos do joelho, principalmente extensão e flexão.• De forma autónoma, o paciente realiza a extensão do joelho, procurando sempre a contração dos quadríceps.<ul style="list-style-type: none">○ Colocando uma almofada por baixo da zona distal da coxa, o paciente realiza a extensão do joelho, procurando atingir a extensão completa. Como progressão, aumentar a altura da almofada que se coloca por baixo da coxa. Quando não for possível aumentar a altura, colocar o paciente sentado com a perna solta e procurar realizar o mesmo movimento.• Realização de trabalho com eletroestimulação no quadríceps, utilizando o Compex 4.0®, para recuperação do tónus e ativação muscular deste músculo.
Fase 2 – Força e controlo neuromuscular	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none">• Recuperar equilíbrio unipodal• Recuperar força muscular• Normalizar o padrão de marcha e corrida
Cuidados	<ul style="list-style-type: none">• Caso o paciente apresente sintomatologia dolorosa e incapacitante, diminuir a progressão. Caso os sintomas persistam, cessar a sessão de exercício.• Observar o <i>feedback</i> do joelho, inflamação e aumento de dor,

	<p>são sinais de que a articulação não está a aguentar a carga de trabalho.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No final de cada sessão, realizar sempre compressão e frio, utilizando o <i>game-ready</i>.
<p>Protocolo (com base na tolerância do paciente)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • O paciente começa sempre a sessão com um aquecimento, realizando uma sessão ligeira de trabalho aeróbio, passadeira, bicicleta, elítica. Todas são recomendadas desde que realizadas dentro do limite de conforto e dor do paciente. • Após o aquecimento, o paciente realiza treino proprioceptivo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Inicialmente no chão, apenas equilíbrio de forma unipodal, passando depois a realizar pequenos movimentos com o Y ou a estrela. ○ Com o passar do tempo, realizar equilíbrio unipodal no BOSU, primeiro estático e numa segunda fase, dinâmico. Com o passar do tempo realizar exercícios no BOSU com a utilização de uma bola, trazendo novos desafios ao paciente e maior motivação. • Reforço muscular: <ul style="list-style-type: none"> ○ O paciente realiza diversas variações de agachamentos, <i>lunges</i> e pontes de glúteos, inicialmente apenas com o peso do corpo e de seguida com o acrescento de carga. ○ Com o passar do tempo e progressão das cargas, introduzir equipamento de musculação como: <i>leg extension</i>, <i>leg curl</i>, prensa, cadeira adutora e abductora. Iniciar também a utilização de barras para aumento de carga externa. Aumentar a carga utilizada de forma muito gradual, procurando não criar dor ou inflamação. Limitar a amplitude do movimento, à amplitude que o paciente considerar confortável, sem provocar flexão ou extensão excessiva. ○ Utilização de BFR (<i>blood flow restriction</i>) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Colocando um torniquete, podemos aumentar o stress metabólico (hipoxia local), mantendo o stress mecânico na articulação baixo. ▪ Coloca-se o torniquete na perna direita (lesada)

que vai diminuir o fluxo sanguíneo para 80%. De seguida, realiza-se o protocolo indicado pelo aparelho, realizando 4 séries de 30-15-15-15 repetições. O exercício pode variar de acordo com o plano do profissional, podendo incluir extensão completa do joelho, agachamentos, lunges, entre outros.

- Trabalho de eletroestimulação, utilizando o Compex 4.0 ®, nos músculos da coxa (quadricípites e isquiotibiais).

Fase 3 – Corrida, agilidade e aterragens

Objetivos

- Obter técnica perfeita de corrida e de salto
- Introduzir programas de agilidade específicos do desporto
- Recuperar força total e equilíbrio

Cuidados

- Caso o paciente apresente sintomatologia dolorosa e incapacitante, diminuir a progressão. Caso os sintomas persistam, cessar a sessão de exercício.
- Entre cada sessão, é importante que o paciente tenha tempo suficiente de recuperação, pois muitos dos exercícios desta fase requerem contração excêntrica.
- No final de cada sessão, realizar sempre compressão e frio, utilizando o *game-ready*.

Protocolo (com base na tolerância do paciente)

- Aquecimento com atividade aeróbia de baixa intensidade e de baixo impacto como caminhada, bicicleta, elítica.
- Treino proprioceptivo:
 - Equilíbrio estático no BOSU
 - Equilíbrio dinâmico BOSU (utilização de bola para estímulo externo)
 - Equilíbrio dinâmico no trampolim (num trampolim, o paciente realiza o movimento de corrida enquanto realiza trabalho técnico com bola – passe e recepção)
- Reforço Muscular:
 - Trabalho de força multiarticular e monoarticular: agachamento, flexão do joelho, lunges, cadeira adutora e abductora. Evitar máquina extensora devido a tendinopatia desenvolvida no tendão rotuliano.
 - Realização de protocolos de trabalho isoinercial

sobretudo de agachamento. Preocupação central, controlo da fase excêntrica.

- Realização de exercícios de agilidade específicos da prática desportiva:
 - Mudanças de direção
 - Aceleração e desaceleração
 - Saltos unipodais e bipodais (salto à corda, saltos de barreira, saltos laterais, corrida saltada)
 - Trabalho pliométrico com e sem carga externa (saltos para a caixa, saltos da caixa para o chão, subida a um pé com halteres)
 - Realização de sessões de corrida na passadeira e em pista. O tempo de corrida aumenta de forma progressiva e consoante a capacidade do paciente. Por vezes, esta componente pode ser realizada no início da sessão após o aquecimento.
-

Momentos de reavaliação:

No final de cada fase, o paciente era submetido a alguns testes descritos no protocolo de *Melbourne ACL Rehabilitation Guide 2.0* (Hughes, 2018), sendo que quando o paciente atingisse níveis desejados, passava a fase seguinte.

Sensivelmente a meio do tempo de recuperação, o paciente realizou um teste isocinético, que visou comparar os dois joelhos, o lesado com o saudável. Os resultados desta avaliação foram obtidos de imediato e analisados para adaptar e complementar a intervenção com o paciente. Neste teste, o paciente exibiu uma diferença de 50% na produção de força máxima, entre a perna direita e a esquerda. Isto significa que a perna lesada apenas conseguia realizar metade da força da perna não lesada no momento de extensão do joelho. As forças dos isquiotibiais estavam equilibradas entre as pernas. Um fator que pode ter contribuído para esta diferença tão considerável é o facto de, devido ao tipo de operação que o paciente foi submetido, ter desenvolvido uma tendinopatia no tendão rotuliano, sentindo por isso dor no movimento de extensão completa do joelho. No entanto, este exame permitiu avaliar a recuperação do indivíduo e prever o rumo que as sessões futuras teriam de seguir, nomeadamente, com mais trabalho unilateral, sobretudo incidente no quadríceps direito.

Último contacto

No último contacto que tive com o paciente, após cerca de 6 meses de reabilitação, o retorno à atividade profissional encontrava-se atrasado devido à tendinopatia. O facto de o excerto utilizado na operação ter sido do tendão rotuliano, colocou alguma fragilidade no mesmo, sendo que o paciente estava a atravessar grandes dificuldades para ultrapassar as dores que sentia, estando a sua recuperação estagnada. Apesar disto, continuava a fazer reforço muscular, utilizando a ferramenta de *blood flow restriction*, procurando aumentar a força da perna operada sem causar desgaste na articulação. O tempo de corrida que era capaz de realizar também tinha diminuído, tendo, no entanto, conseguido manter uma técnica de corrida bastante aceitável.

O tempo previsto para voltar à competição tinha sido adiado por indicação médica, tendo o mesmo preferido adiar para a próxima época desportiva para que a recuperação fosse realizada da melhor forma.

Caso Paula

Utente do sexo feminino, 56 anos, encontra-se com uma entorse por inversão do tornozelo e traumatismo ósseo no pé esquerdo. Sem medicação habitual de relevo, apresenta antecedentes de traumatismos em ambos os pés, tendo já sido anteriormente submetida a cirurgia no pé direito.

É professora, a trabalhar no estrangeiro. Sofreu a lesão cerca de 2 semanas antes da chegada a Portugal, referindo acompanhamento médico insuficiente no país onde trabalha. Encontra-se de férias em Portugal onde espera recuperar o que for possível antes de deixar novamente o país.

Avaliação Inicial

No momento do primeiro contacto com esta paciente, o edema da entorse ainda era muito visível. O edema do tornozelo era notório, sendo que este se estendia até meio da perna. A paciente reportava ainda dor à palpação, no movimento de flexão do pé e ainda caminhava com o apoio de muletas pois não se conseguia apoiar diretamente em cima do pé.

Pesquisa Literatura

Na intervenção deste caso, a indicação médica foi de abordar esta lesão como se tratasse de uma entorse no tornozelo por eversão, não só foi esse o movimento que lhe causou a lesão em primeiro lugar, como também a abordagem teria como prioridade que a paciente recuperasse a capacidade de marcha o mais rapidamente possível.

Neste sentido o protocolo utilizado foi baseado nas recomendações do *Massachusetts General Hospital* para uma entorse lateral do tornozelo ("Physical Therapy Guidelines for Lateral Ankle Sprain," 2015). No entanto, devido ao tratamento que a paciente tinha realizado anteriormente e ao tempo que tinha disponível no nosso país, o protocolo normal foi encurtado para o essencial, procurando que a paciente recuperasse a capacidade de marcha e autonomia o mais rápido possível.

Descrição sessões

Tabela 4 - Protocolo utilizado no caso clínico Paula

Fase 1 – aumento da amplitude de movimento e recuperação marcha 1-2 semanas

Objetivos	<ul style="list-style-type: none">• Eliminar dor e edema• Melhorar a flexibilidade e a amplitude de movimento• Melhorar a capacidade de carga sobre o tornozelo (recuperar padrão de marcha normal)
Cuidados	<ul style="list-style-type: none">• Se o paciente apresentar queixas dolorosas, regredir na carga ou progressão. Se estas queixas persistirem, cessar protocolo de exercício.• No final de cada sessão, utilizar <i>game-ready</i> realizando frio e compressão, no tornozelo lesionado.
Protocolo (com base na tolerância do paciente)	<ul style="list-style-type: none">• Terapia manual, mobilizando a articulação e aumentando a amplitude de movimentos.• Com a utilização de elásticos oferecendo resistência, realizar os principais movimentos da articulação:<ul style="list-style-type: none">○ Dorsiflexão

-
- Flexão plantar
 - Eversão
 - Inversão
 - Aumentar a flexibilidade da articulação através de alongamentos, numa primeira fase sem a carga do corpo e com o decorrer das sessões com a carga corporal. Ver também, a flexibilidade de outros músculos que podem encontrar-se tensos (quadricíptes, isquiotibiais e flexores da anca).
 - Progredir no treino de marcha:
 - Numa primeira abordagem ao padrão de movimento, utilizar barras paralelas, para que o paciente se apoie. Com o paciente apoiado, recuperar o movimento do pé, desde o contacto com o solo pelo calcanhar até à flexão plantar de impulsão do solo.
 - Para este fim, realizar marcha de diferentes formas: marcha apoiando apenas os calcanhares, seguida de apoiando apenas a parte anterior do pé e no fim, realizando o movimento completo.
 - Com o passar do tempo, o paciente deve realizar os mesmos exercícios sem apoio das barras.
 - Realização de trabalho de eletroestimulação, utilizando o Compex 4.0 ®, nos músculos peroniais, com baixa carga elétrica.

Fase 2 – Reforço e controlo neuromuscular 1-2 semanas

Objetivos

- Recuperar a amplitude de movimento total
- Melhorar força e resistência muscular
- Melhorar propriocepção da articulação e controlo motor
- Normalizar o padrão de marcha, sem a utilização de qualquer aparelho para assistência.

Cuidados

- Se o paciente apresentar queixas dolorosas, regredir na carga ou progressão. Se estas queixas persistirem, cessar protocolo de exercício.
 - No final de cada sessão, utilizar *game-ready* realizando frio e compressão, no tornozelo lesionado.
-

Protocolo (com base na tolerância do paciente)	<ul style="list-style-type: none"> • Mobilização manual, realizada pelo fisioterapeuta • Alongamentos, realizados de forma passiva e ativa com o peso do próprio corpo. • Exercícios de reforço: <ul style="list-style-type: none"> ○ Dorsiflexão, flexão plantar, eversão e inversão ○ Flexão plantar no chão, com apoio das mãos • Treino proprioceptivo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Utilizando uma superfície instável (almofada de Yoga), a paciente procura manter o equilíbrio apenas sobre um pé, trocando o pé a cada 1 minuto. Realizar este treino entre as barras paralelas para que o paciente possa apoiar-se e não correr o risco de queda. ○ Com o passar do tempo e no caso de a paciente evoluir de forma positiva, começar a utilizar menos apoio das barras paralelas e modificar o tipo de superfície instável (trampolim e BOSU). • Trabalho de eletroestimulação utilizando o Compex 4.0 ®, nos músculos peroneais.
---	--

Momentos de reavaliação:

Ao contrário dos restantes casos clínicos que apresento neste relatório, esta paciente não foi submetida ao processo normal, onde é inicialmente avaliada pelo médico e depois é delineado o tratamento. No caso desta paciente, ela já se apresentou na clínica com o diagnóstico e tratamento realizado, queixando de sequelas que não conseguia ultrapassar. Por este motivo, a paciente foi submetida a diversas avaliações enquanto estava a ser tratada.

Foi avaliada pelo médico de medicina física, que devido ao seu histórico de várias lesões naquela articulação, sugeriu que fosse também avaliada por mais especialistas. Foi avaliada por um podologista, ainda na clínica, que procurou razões para a sua instabilidade crónica e que desenhou umas palmilhas para que usasse no seu calçado diário para ajudar a reduzir a instabilidade. Durante este tempo, realizou também uma eletromiografia dos membros inferiores, que revelou uma significativa diferença de atividade muscular nesta zona, principalmente, na perna esquerda. Os resultados deste exame sugeriam lesão nervosa, que pode ter sido causada pelo incidente que sofreu. No entanto, a atividade muscular também se encontrava

diminuída na perna que não estava lesionada, podendo indicar a existência de uma neuropatia. Contudo, mais exames e estudos seriam necessários para se estudar e comprovar esta teoria.

Último contacto:

No último contacto que tive com esta paciente, após cerca de 4 semanas, esta encontrava-se prestes a regressar ao país onde trabalhava. Tinha recuperado quase a 100% a sua autonomia, conseguia caminhar completamente sem dor e apresentava-se com bastante mais confiança nas suas capacidades motoras. Já tinha as palmilhas prescritas pelo podologista e revelava que estas lhe davam bastante estabilidade. Tinha ainda alguma dificuldade em realizar movimentos bruscos e em apoiar-se unipodalmente. No entanto, já se sentia confiante e capaz de regressar à sua atividade profissional, sendo que iria continuar a realizar alguns dos exercícios que aprendeu durante o tratamento para que pudesse continuar a sua recuperação.

Caso Luísa

Utente do sexo feminino, 13 anos, sem antecedentes médicos e sem medicação habitual, encontrava-se com uma entorse no pé esquerdo, após se ter lesionado durante um aquecimento num jogo de voleibol.

É atleta federada de Voleibol. Referia ter sentido uma dor forte no pé após um salto durante um aquecimento de um jogo. Mencionava que apesar da dor que sentiu, participou na mesma no jogo, tendo apenas procurado parecer médico dois dias depois do evento.

Avaliação Inicial

No momento inicial de avaliação, foi perceptível que o caso não era de uma lesão particularmente grave. O edema teria reduzido substancialmente, com a aplicação de gelo sobre a área afetada.

Referia dores com a marcha e com a dorsiflexão do pé. No entanto, não necessitou de ajuda na locomoção, conseguindo preservar de forma quase integra o padrão de marcha.

Pesquisa Literatura

Uma entorse por eversão do tornozelo é uma das lesões mais comuns em atletas, principalmente em desportos que envolvem saltos e mudanças de direção, como é o caso do voleibol, do basquetebol e do futebol. Por ser uma lesão muito comum, a probabilidade de recorrência é bastante elevada, podendo efetivamente levar a instabilidade crónica do tornozelo pela laxidez dos ligamentos envolventes (Herzog et al., 2019).

Na minha intervenção neste caso, pesquisei protocolos já definidos por entidades especializadas nestas lesões, de forma a seguir esse mesmo padrão. Os protocolos que melhor descreviam a recuperação desta lesão pertenciam ao *Massachusetts General Hospital* ("Physical Therapy Guidelines for Lateral Ankle Sprain," 2015). O tratamento apresentava 4 fases, pelas quais guiei a minha intervenção.

Descrição sessões

Tabela 5 - Protocolo utilizado no caso clínico Luísa

Fase 1 – fase inflamatória, 1 a 3 dias	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none">• Diminuição do edema• Diminuição da dor• Melhoria da circulação
Cuidados	<ul style="list-style-type: none">• Não realizar movimentos nesta fase do tratamento.• O paciente deve repousar o tornozelo lesionado• No final da sessão, utilizar o <i>game-ready</i>, permitindo ao paciente realizar frio e compressão na zona afetada.
Protocolo (com base na tolerância do paciente)	<ul style="list-style-type: none">• Nesta fase, a prioridade está na desinflamação da zona afetada e na prevenção de atrofia dos músculos adjacentes (peroneais, tibiais e gastrocnémios).<ul style="list-style-type: none">○ O fisioterapeuta realiza terapia manual, mobilizando a articulação talocrural anteroposterior, reduzindo efetivamente as dores sentidas pelo paciente.○ Realizava também terapias anti-inflamatórias e analgésicas como por exemplo tecarterapia.• Após este tratamento, é realizado trabalho de

eletroestimulação, utilizando o Compex 4.0 ®, de baixa carga elétrica, nos músculos peroneais, geralmente os mais afetados nesta lesão.

Fase 2 – Aumento amplitude de movimento, 1 a 2 semanas

Objetivos

- Aliviar a dor e diminuir o edema
- Melhorar a flexibilidade e a amplitude de movimento
- Melhorar a capacidade de carga sobre o tornozelo (recuperar padrão de marcha normal)

Cuidados

- Se o paciente apresentar queixas dolorosas, regredir na carga ou progressão. Se estas queixas persistirem, cessar protocolo de exercício.
- No final de cada sessão, utilizar *game-ready*, realizando frio e compressão no tornozelo lesionado.

Protocolo (com base na tolerância do paciente)

- Realização de terapia manual, mobilizando a articulação e aumentando a amplitude de movimentos.
- Com a utilização de elásticos, oferecendo resistência, realizar os principais movimentos da articulação:
 - Dorsiflexão
 - Flexão plantar
 - Eversão
 - Inversão
- Aumentar a flexibilidade da articulação através de alongamentos, numa primeira fase sem a carga do corpo e com o decorrer das sessões com a carga corporal. Avaliar também a flexibilidade de outros músculos que podem encontrar-se tensos (quadrícipites, isquiotibiais e flexores da anca).
- Progredir no treino de marcha:
 - Numa primeira abordagem ao padrão de movimento, utilizar barras paralelas, para que o paciente se apoie. Com o paciente apoiado, recuperar o movimento do pé, desde o contacto com o solo pelo calcanhar até à flexão plantar de impulsão do solo.
 - Para este fim, realizar marcha de diferentes formas: marcha apoiando apenas os calcanhares, seguida de apoiando apenas a

parte anterior do pé e no fim, realizando o movimento completo.

- Com o passar do tempo, o paciente deve realizar os mesmos exercícios sem apoio das barras.
- Realização de trabalho de eletroestimulação, utilizando o Compex 4.0 ®, nos músculos peroneais, desta vez aumentando a carga.

Fase 3 – Reforço e controlo neuromuscular, 2 a 4 semanas

Objetivos

- Recuperar da amplitude total de movimento
- Melhorar força e resistência muscular
- Melhorar propriocepção da articulação e controlo motor
- Normalizar o padrão de marcha, sem a utilização de qualquer aparelho para assistência.

Cuidados

- Se o paciente apresentar queixas dolorosas, regredir na carga ou progressão. Se estas queixas persistirem, cessar protocolo de exercício.
- No final de cada sessão, utilizar *game-ready* realizando frio e compressão no tornozelo lesionado.

Protocolo (com base na tolerância do paciente)

- Mobilização manual, realizada pelo fisioterapeuta
 - Alongamentos, realizados de forma passiva e ativa com o peso do próprio corpo.
 - Exercícios de reforço:
 - Dorsiflexão, flexão plantar, eversão e inversão
 - Flexão plantar no chão, com apoio das mãos
 - Treino proprioceptivo:
 - Utilizando uma superfície instável (almofada de Yoga), a paciente procura manter o equilíbrio apenas sobre um pé, trocando o pé a cada 1 minuto. Realizar este treino entre as barras paralelas para que o paciente possa apoiar-se e não correr o risco de queda.
 - Com o passar do tempo e no caso de a paciente evoluir de forma positiva, começar a utilizar menos apoio das barras paralelas e modificar o tipo de superfície instável (trampolim e BOSU).
 - Trabalho de eletroestimulação utilizando o Compex 4.0 ®, nos músculos peroneais.
-

Fase 4 – fase de Return to play, 2 a 3 semanas

Objetivos	<ul style="list-style-type: none">• Regressar à prática desportiva em segurança• Melhorar força, velocidade, resistência e potência muscular e controlo muscular• Melhorar padrão de movimento específicos• Aumentar a estabilidade geral da articulação
Cuidados	<ul style="list-style-type: none">• Se o paciente apresentar queixas dolorosas, regredir na carga ou progressão. Se estas queixas persistirem, cessar protocolo de exercício.• No final de cada sessão, utilizar <i>game-ready</i> realizando frio e compressão no tornozelo lesionado.
Protocolo (com base na tolerância do paciente)	<ul style="list-style-type: none">• Alongamentos ativos e realizados com o peso do próprio corpo.• Exercícios de reforço:<ul style="list-style-type: none">○ Dorsiflexão, flexão plantar, eversão e inversão – com o recurso a elásticos○ Flexão plantar bilateral, apenas com apoio da parte anterior do pé numa plataforma elevada. Quando possível, introduzir flexão plantar unilateral.• Treino proprioceptivo:<ul style="list-style-type: none">○ Equilíbrio estático unipodal em cima do BOSU, sem ou com o mínimo apoio das mãos○ Equilíbrio dinâmico unipodal: em equilíbrio no BOSU, realizar diferentes tarefas como passe e receção (imitando o gesto técnico do voleibol), movimentação da perna que não está apoiada (por exemplo fletindo o joelho e realizando uma variação de <i>lunge</i>) e diferentes tipos de salto (do chão para o BOSU, do BOSU para o chão e trocando de pé no BOSU)• Treino pliométrico:<ul style="list-style-type: none">○ Realização de diversos tipos de saltos como saltos a pés juntos, saltos unipodais e saltos laterais, para a otimização da rigidez da articulação para a prática segura da modalidade.

Momentos de reavaliação:

No desenrolar deste caso clínico, não houve momentos específicos de reavaliação, sendo que a paciente avançava para a fase seguinte do protocolo, quando cumpria de forma satisfatória os objetivos dessa fase. Posto isto, a paciente era reavaliada no final de cada semana pelo fisioterapeuta, que avaliava sempre a rigidez da articulação assim como possíveis sinais de edema ou trauma ainda presentes. O *feedback* por parte da paciente era também um importante método de controlo da fase do protocolo, avançando-se apenas de fase em caso de feedback positivo, ou seja, ausência de queixas dolorosas por parte da paciente.

Último contacto:

No último contacto que tive a paciente, após cerca de 5 semanas de reabilitação, esta encontrava-se prestes a ter alta médica, estando inclusive lentamente a reintegrar os treinos de voleibol. Já conseguia realizar todos os movimentos sem dor, revelando apenas ainda alguma dificuldade na aterragem após um salto, principalmente, se o fizesse sobre o pé esquerdo (precisamente o lesionado). Tendo em conta o tipo de lesão e o tempo de paragem, o fisioterapeuta considerou como normal, recomendando que antes de cada treino realizasse sempre um bom aquecimento da articulação e que reintegrasse os treinos de forma prudente e faseada, integrando numa primeira parte os exercícios técnicos e, aos poucos, integrasse de volta os momentos de jogo.

Reflexão autocrítica

A experiência obtida pela realização deste estágio foi, de uma forma geral, muito positiva. Permitiu-me lidar com pacientes com patologias diversificadas, com limitações ou incapacidades distintas na prática da atividade desportiva. A principal lição adquirida é a de que o profissional do exercício deve ser capaz de adaptar o protocolo de exercício instituído ao indivíduo que tem na sua frente, tendo em consideração a sua capacidade física e as limitações associadas a lesões músculo-esqueléticas ou até outras patologias orgânicas.

No primeiro caso clínico, com o Rodrigo (nome fictício), tive contacto com lombalgia, uma queixa muito prevalente na nossa população, associada ao estilo de vida mais sedentário, com longas horas na posição de sentado e com pouca atividade física diária. Apesar de se tratar de uma queixa frequente na população idosa, devido

à atrofia muscular e desgaste dos discos vertebrais, tem-se mostrado cada vez mais frequente em populações jovens. A lombalgia pode ter diferentes etiologias, sendo neste caso uma lombalgia sem causa orgânica ou estrutural esclarecida (*non-specific low back pain*). Graças à participação neste estágio, pude desenvolver um protocolo de atuação para a reabilitação deste tipo de sintoma, enquadrando no contexto de cada paciente. Não só aprendi diversas formas de trabalhar os músculos do core, protegendo a coluna de algum desconforto causado pela flexão lombar, também aprendi progressões de exercícios simples, mas que podem fazer a diferença para os pacientes e talvez mais importante, como reagir quando as coisas não correm da forma esperada.

No segundo caso clínico, com o Paulo (nome fictício), tive contacto com um indivíduo com uma rotura do tendão coracobraquial (lesão tendinosa). Por ser uma lesão rara, não existia um protocolo estabelecido para a reabilitação deste paciente. Foi necessário pesquisar métodos de treino e criar um protocolo adequado com o objetivo de retornar ao desporto que praticava previamente (polo aquático e jiu-jitsu).

No terceiro caso clínico, com o Fábio (nome fictício), tive contacto com um jovem com uma rotura do ligamento cruzado anterior (lesão ligamentar), uma lesão também bastante comum, principalmente em atletas, e que se associa a um maior risco de osteoartrose do joelho. Graças a este estágio, pude utilizar métodos de trabalho muscular diferentes (como o *Blood flow restriction*), associados a menor desgaste mecânico da articulação. Este tipo de método pode ser particularmente interessante na abordagem de idosos ou indivíduos com patologia articular.

No quarto caso clínico, com a Paula (nome fictício), tive contacto com uma entorse do tornozelo numa paciente com antecedentes pessoais de traumatismos em ambos os pés, tendo já sido anteriormente submetida a cirurgia no pé direito, e tendo havido também suspeita de envolvimento neurológico durante o acompanhamento. Graças a este caso em particular, foi necessário aprender a trabalhar sob pressão, uma vez que esta paciente teria de regressar ao seu país de residência e não haveria tempo para cumprir um protocolo de reabilitação na íntegra. Por este motivo, foi necessário aprender a priorizar o tipo de exercícios utilizados na reabilitação, de forma a conseguir uma boa evolução, num curto espaço de tempo, evitando possíveis sequelas. Por outro lado, por se tratar de uma paciente com particularidades, foi muito importante manter o foco de atuação também no equilíbrio e na simetria corporal.

No quinto caso clínico, com a Luísa (nome fictício), também com uma entorse do tornozelo, foi possível aplicar um protocolo de reabilitação já existente. A evolução

decorreu conforme o esperado para o tipo de lesão, sem intercorrências de relevo. Este caso é um exemplo de uma lesão bastante comum, com um tratamento já bem estabelecido, sem grandes sequelas previstas, sem grande necessidade de pesquisa literária ou adaptação do treino. Apesar disso, sinto que também contribuiu para a minha formação.

Saber lidar com um paciente, particularmente em momentos de maior dificuldade ou perante uma evolução diferente da esperada é um ponto fundamental, na minha opinião, daquilo que é ser um profissional do exercício físico e talvez de saúde. É nesses momentos em que, muitas vezes, os pacientes consideram que o investimento que estão a realizar connosco pode não ser justificado, podendo levar ao abandono da reabilitação. Assim, esta experiência foi, para mim, fundamental ao longo do percurso académico e, sem dúvida alguma, fará de mim melhor profissional do exercício.

Componente científica

Neste capítulo, vou descrever a minha experiência enquanto investigador auxiliar numa tese de doutoramento.

Participação Estudo de Doutoramento "Efeito isolado e combinado da exposição crónica ao exercício em hipoxia e de uma dieta restrita em hidratos de carbono no controlo glicémico e fatores de risco cardiovascular em pacientes com diabetes tipo 2"

Como parte integrante do estágio, tive a oportunidade de participar na execução de uma tese de doutoramento do curso de Nutrição, que estava a decorrer na CMEP. Neste projeto, a minha função era a ajuda no cumprimento do protocolo de exercício, assim como, ajuda logística onde fosse necessário.

O objetivo deste estudo era avaliar as diferenças entre o efeito isolado e o efeito combinado da exposição crónica ao exercício em hipoxia e de uma dieta restrita em hidratos de carbono no controlo glicémico e fatores de risco cardiovascular na diabetes mellitus tipo 2 (DM2).

Previamente à realização da componente prática, realizei uma revisão da literatura existente até à data, com vista ao desenvolvimento de um protocolo de exercício adequado para este efeito.

Pesquisa Literatura

A diabetes mellitus tipo 2 (DM2) é uma patologia crónica cuja prevalência tem vindo a aumentar de forma alarmante. Há pouco mais de duas décadas, a Federação Internacional de Diabetes (IDF), publicou o primeiro Atlas da Diabetes, onde era estimado que 151 milhões de adultos em todo o mundo estavam diagnosticados com diabetes., com previsão de aumentar para 643 milhões em 2030 (Magliano et al., 2021). Era definida unicamente como hiperglicemia persistente, contudo é cada vez mais reconhecida como uma patologia complexa, impulsionada por um balanço energético positivo crónico (Chatterjee et al., 2017). A fisiopatologia da DM2 é caracterizada pela resistência periférica à insulina, com hiperinsulinémia inicial, seguida de um declínio progressivo da capacidade das células beta pancreáticas produzirem insulina. A variabilidade de disfunção das células beta pancreáticas e resistência à insulina, determina a complexidade da doença (Chen et al., 2017). Associa-se a complicações microvasculares, como retinopatia, neuropatia e nefropatia,

e macrovasculares, como doença isquêmica cardíaca, doença cerebrovascular e doença vascular periférica (Ahmad et al., 2022). Relaciona-se com o envelhecimento biológico e o início precoce de fragilidade, a uma pior capacidade física e qualidade de vida reduzida (Ahmad et al., 2022).

O aumento de prevalência da DM2 tem sido sobretudo atribuído a mudanças do estilo de vida (Tinajero & Malik, 2021), associada a urbanização, sedentarismo e alterações da dieta da população em geral. A literatura científica tem demonstrado que a DM2 pode ser prevenida, ou o seu início retardado, através de intervenções no estilo de vida (dietas restritivas e exercício) e através do uso de farmacoterapia (Ahmad et al., 2022). No caso da farmacologia, as opções incluem antidiabéticos não insulínicos (dos quais se destaca a metformina, a pioglitazona e o liraglutido) e insulino terapia (Ahmad et al., 2022; García-Molina et al., 2020). Vários estudos têm confirmado que uma intervenção intensiva no estilo de vida, especialmente quando acompanhada de perda de peso clinicamente significativa, melhora o controlo glicémico (García-Molina et al., 2020). O exercício físico deve ser integrado na gestão da DM2, com diversos benefícios cardiometabólicos, além do controlo glicémico (Mannucci et al., 2021). A prática regular de exercício físico (aeróbico e/ou resistido) associa-se a prevenção de diabetes, redução da gordura visceral abdominal, o bem-estar mental e redução do risco cardiovascular e mortalidade (Kanaley et al., 2022; Kodama et al., 2013). Uma meta análise realizada em 2015, mostrou que envolver-se em altos níveis de exercício cardiorrespiratório, atividade ocupacional e caminhadas, reduzia em 55%, 15% e 15%, respetivamente, o risco de DM2 comparado com níveis baixos de exercício (Aune et al., 2015). Outra meta-análise mostrou que maior tempo sentado diário também estava associado a um risco de DM2 13% superior (Bailey et al., 2019). As associações entre atividade física, tempo sedentário e o risco de DM2 parecem ser amplamente mediados pela reduzida adiposidade (Aune et al., 2015). Além disso, participar em atividade física tem efeitos benéficos na sensibilidade à insulina e na homeostasia da glicose, que podem ser explicados pelo aumento da translocação de GLUT4 (transportador de glicose tipo 4) para as membranas celulares do músculo esquelético (Flores-Opazo et al., 2020). No que diz respeito ao tipo de treino, a literatura sustenta que a diferença entre treino aeróbio e treino resistido é trivial (Yang et al., 2014), no entanto, o treino aeróbio está associado a maiores efeitos metabólicos (Way et al., 2016). Os maiores benefícios encontram-se no treino combinado (Mannucci et al., 2021; Oliveira et al., 2012), estando este tipo de treino associado a pequenas, mas significativas, melhorias no controlo da glicose quando comparado com treino apenas aeróbico, sem aparentes efeitos na pressão arterial (Mannucci et al., 2021).

Independentemente do tipo de treino, a literatura parece indicar que intensidades mais altas parecem ter maiores efeitos cardio-protetores, assim como melhor sensibilidade à insulina, no entanto, a redução da HbA1c (hemoglobina glicada) parecem estar mais ligadas ao volume total do exercício. Apesar disto, os efeitos da frequência do treino são neste momento ainda desconhecidas. Estima-se que seja necessária uma frequência alta (pelo menos 3 vezes por semana) para se manterem os efeitos no controlo glicémico (Oliveira et al., 2012).

Recentemente, o exercício em hipóxia (EH) tem ganho alguma popularidade pelos seus potenciais efeitos terapêuticos (Millet et al., 2016). Apesar das limitações logísticas, por muitas vezes não ser possível treinar em altitude, a tecnologia atual permite-nos simular os efeitos da altitude e hipoxia, em condições normobáricas, através de instrumentos que reduzem o conteúdo de oxigénio no ar inspirado, conhecida como hipoxia normabárica (Hobbins et al., 2017). Existem diversas formas de utilizar estes instrumentos.

Vários estudos foram realizados avaliando apenas a exposição a condições de hipoxia. Duennwal demonstrou que apenas uma hora exposição intermitente a hipoxia ($F_i O_2$ 13%) diminuía os níveis de glicose plasmática em jejum em indivíduos com excesso de peso, enquanto que exposição a normóxia não alterava significativamente as concentrações de glicose (Duennwald et al., 2013). Da mesma maneira, Serebrovska, reportou que três semanas de exposição intermitente passiva a hipoxia ($F_i O_2$ 12%, 40min/dia, 3x/semana) melhorava a concentração de glicose em jejum e pós-prandial em indivíduos saudáveis e com a homeostase glicémica alterada (Serebrovska et al., 2017). Ainda nesta linha de pensamento, Lecoultre reportou valores de glicose em jejum significativamente mais baixos e melhorias na sensibilidade à insulina em indivíduos obesos após dez noite consecutivas de exposição moderada passiva a hipoxia (10h/noite a $F_i O_2$ 15%). De forma surpreendente, os indivíduos com menor sensibilidade à insulina apresentaram melhorias mais significativas, sublinhando o potencial de exposição a hipoxia como terapia na insulinoresistência (Lecoultre et al., 2013). Deve ter-se alguma prudência com estes resultados, pois alguns destes estudos não apresentavam grupo de controlo.

O exercício em altitude (EH) crónico, ou seja, o exercício realizado ao longo de várias semanas, tem sido associado a melhorias em paciente com comorbilidades, como doença crónica obstrutiva pulmonar, hipertensão arterial, diabetes *mellitus* tipo 2, dislipidemia e obesidade, especificamente após 15 sessões de EH intermitente com

uma altitude simulada de 4.500m durante 8 semanas (Dudnik et al., 2018). De facto, tem sido demonstrado que esta abordagem, mesmo que aguda, em sessões de 60 minutos, traz adaptação positivas musculares e fisiológicas, incluindo enzimas oxidativas, densidade mitocondrial, número de capilares, melhor armazenamento de glicogénio e melhorias na tolerância à glicose e ao GLUT-4 (Faramoushi et al., 2016; Hoppeler et al., 2008; Mackenzie et al., 2011; Mathieu-Costello, 2001). Estas mudanças são sobretudo moduladas pela cascata de sinalização do fator induzível pela hipoxia 1a (HIF-1a), descoberta pelo grupo Semenza em 1995 (Wang & Semenza, 1995). Este fator não é ativado ao mesmo nível quando o exercício é realizado em normoxia ou em condições passivas de hipoxia (Lundby et al., 2009; Millet et al., 2016; Robach et al., 2007). A hiperglicemia interfere com a função da proteína HIF-1a, essencial para respostas adaptativas à hipoxia (Catrina et al., 2004). Este cenário reflete os potenciais efeitos no metabolismo da glicose e adaptações vasculares promovidas pela ativação do HIF-1a através do exercício realizado em hipoxia (Catrina et al., 2004; Pugh & Ratcliffe, 2003).

Relativamente ao metabolismo da glicose, os principais efeitos relatados pela literatura são que o EH diminui mais eficazmente a glicemia comparativamente a condições de normóxia (Mackenzie et al., 2011; Mackenzie, Maxwell, et al., 2012). Os benefícios na sensibilidade da insulina foram mais expressivos com sessões de exercício, realizadas em hipoxia, mais longas (60 minutos) e de intensidade moderada, comparativamente com exercício de alta intensidade e curta duração (20 minutos) (Mackenzie, Elliott, et al., 2012). Os benefícios observados com EH agudo na sensibilidade à insulina e perfil lipídico não foram observadas com EH crónico, comprovado por um estudo que comparou os efeitos do exercício em normóxia e em hipoxia após 8 semanas de intervenção (Schreuder et al., 2014). Existem, no entanto, outros estudos que reportam melhorias na resistência à insulina durante 8 semanas ou mais (Boulé et al., 2001; Maiorana et al., 2002).

A angiogénese é um processo de vários estádios, controlado por uma variedade de fatores (Mortensen et al., 2019) como a VEGF, o mais potente mitógeno em células endoteliais (Ferrara et al., 2003), e NO, o mais potente vasodilatador (Cooke & Dzau, 1997). Apesar da escassez de evidência em pacientes com diabetes tipo 2, em estudos *in vitro* e ensaios clínicos em humanos saudáveis, foi demonstrado que o aumento da produção de NO é de particular relevância, pois é capaz de regular os níveis de HIF-1a (Agani et al., 2002; Lundby et al., 2009), o que por sua vez regula a expressão de VEGF (Li et al., 2019), sendo este vital para as adaptações induzidas pelo EH. Em estudos em animais, elevados níveis de glicose prejudicam a atividade

de HIF-1a (Thangarajah et al., 2010). O EH pode ser particularmente benéfico para melhorar a angiogénese na DM2, visto que a baixa disponibilidade de oxigénio aumenta a produção de HIF-1a a um nível superior em relação ao treino em normoxia em humanos saudáveis (Lundby et al., 2009; Robach et al., 2007). Apesar das melhorias nos reguladores angiogénicos, o EH não mostrou alterar os fatores de risco cardiovascular como pressão arterial (Ladage et al., 2012; Schreuder et al., 2014) e perfil lipídico (Schreuder et al., 2014).

Comparando o exercício em normóxia e em hipoxia, foi demonstrado que a hipoxia regula as vias de energias glicolíticas para compensar a redução na respiração mitocondrial (Viganò et al., 2008) e aumenta mais eficazmente a sensibilidade à insulina (Mackenzie et al., 2011). Dados apresentados por Wadley et al. (2006) demonstraram que EH agudo leva a um grau maior de depleção de glicogénio comparativamente com exercício em normoxia (Wadley et al., 2006). Coletivamente, os dados sugerem que respostas agudas, mas não crónicas, tanto em hipoxia como em normoxia, têm um efeito aditivo na sensibilidade à insulina, com um maior potencial para captação de glicose pós-exercício e síntese de glicogénio. Isto pode oferecer uma explicação para o

O EH pode ser realizado em protocolos contínuos ou intermitentes. O exercício intermitente é capaz de potenciar o metabolismo dos carboidratos comparativamente com contração muscular contínua (Essén et al., 1977). Foi demonstrado que um protocolo de EH contínuo moderado de 60 minutos providencia as melhorias mais significativas no controlo glicémico na DM2, aumentando HOMIR nas 24 e 48 horas seguintes. O exercício intermitente estimula a eliminação da glicose e melhora a resistência à insulina pós-exercício, efeito amplificado quando o exercício é combinado com hipoxia (Mackenzie, Maxwell, et al., 2012). As melhorias pós exercício na sensibilidade à insulina podem ser atribuídas ao grau de depleção de glicogénio durante o exercício em normóxia (Bogardus et al., 1983) e hipoxia (Wadley et al., 2006), a melhorias na função vasodilatadora pós-exercício (De Filippis et al., 2006) e ao aumento do conteúdo da membrana muscular GLUT-4 (Hansen et al., 1998).

Em suma, numa perspetiva de aplicação ao contexto clínico, o uso de hipoxia durante exercício agudo, ou mesmo exposição passiva, parece beneficiar o controlo glicémico, enquanto que exercício crónico em hipóxia (a altitudes simuladas de 2500 a 4000m) parece regular de forma positiva a angiogénese em pacientes com diabetes tipo 2, podendo oferecer uma estratégia não-farmacológica para melhorar a

homeoestasia em indivíduos metabolicamente comprometidos (Kindlovits et al., 2022; van Hulten et al., 2021).

Protocolo de exercício

O protocolo deste estudo consistia na realização de 3 treinos por semana, durante 8 semanas. Os participantes eram submetidos a análises bioquímicas (sangue e cortisol salivar), análises de composição corporal (antropometria e DEXA) e avaliações físicas (6 minutos marcha e teste de esforço com eletrocardiograma e espirometria), antes e após as 8 semanas. Cada treino tinha a duração de 1 hora, 45 minutos de esforço aeróbio e 15 minutos de trabalho de força. Dentro dos participantes, existia o grupo de teste que realizava o treino a cerca de 2000m de altitude, simulada pela Sala Everest. O grupo de controlo não realizava o esforço em altitude. Os pacientes, dentro das salas eram divididos pela passadeira e por ciclo ergómetros, realizando esforços de 15min a 70% da frequência cardíaca de reserva (FCR). Após os 15 minutos de esforço, os participantes realizavam uma pequena pausa para hidratação e trocavam de ergómetro. Para garantir que os participantes estavam a realizar o esforço pretendido, era utilizado um oxímetro, por volta dos 8 minutos. Estes valores eram registados e era posteriormente avaliada a sua evolução, de forma a garantir que os participantes estavam de facto a atingir o esforço proposto.

A minha participação no estudo prendeu-se sobretudo com a aplicação prática deste protocolo nos participantes.

Participação em Revisão Sistemática

Também ao longo desta participação, integrei uma equipa que estava a realizar um estudo adjacente à tese de doutoramento, realizando uma revisão sistemática sobre a comparação de diferentes dietas e os seus *outcomes* na diabetes tipo 2. Nesta equipa, realizei o meu trabalho sobretudo na pesquisa e recolha dos dados para futura análise. Pesquisei bases de dados utilizando a chave de procura, recolhi todos os artigos que estas bases forneciam e, posteriormente, participei na sua seleção. Numa primeira fase, foram selecionados lendo os *abstract* e analisando se estavam alinhados com o que se pretendia estudar. Numa segunda fase, os artigos selecionados eram depois lidos na integra e selecionados sobre a sua qualidade de informação e se os dados obtidos eram os desejados para comparação ou não. Finalmente, após toda recolha, os dados eram colocados numa base de dados para

posterior trabalho de análise e comparação, onde nesta fase, apenas ajudei na tradução e escrita do texto final.

Reflexão autocrítica

Esta foi a minha primeira experiência na área da investigação científica. Permitiu-me aprimorar as minhas capacidades de pesquisa, de leitura de artigos científicos, interpretação dos mesmos e seleção da informação mais relevante para a minha prática.

A participação no estudo de Doutoramento permitiu-me trabalhar diretamente com uma população específica (indivíduos com diabetes mellitus tipo 2), com comorbidades associadas importantes, nomeadamente excesso de peso e obesidade, e com risco cardiovascular significativo.

A colaboração no artigo de revisão sistemática, na área da Nutrição Clínica (não diretamente relacionada com a minha área de formação), permitiu-se aprender acerca da metodologia de realização deste tipo de artigos, principalmente no que diz respeito à recolha e seleção de informação e tratamento dos dados. Não fez parte da minha participação intervir na escrita do artigo propriamente dito.

Globalmente, esta componente permitiu-me trabalhar em equipa com outros investigadores, em áreas associadas, mas distintas, da minha área de formação base. Trabalhar neste contexto despertou em mim curiosidade e interesse em manter-me ativamente ligado a projetos de investigação.

Estudo de Prevalência de Incompetência Cronotrópica (IC) numa População com Diabetes mellitus tipo 2

Resumo

Durante testes incrementais de exercício, a Incompetência Cronotrópica (IC), a incapacidade de aumentar a frequência cardíaca em proporção ao aumento da demanda metabólica é frequentemente observada em pacientes com diabetes *mellitus* tipo 2. No entanto, na literatura não é conhecida ainda a sua prevalência, principalmente nesta população.

Neste estudo, analisei a prevalência de IC numa população de 35 diabéticos (16 homens e 18 mulheres), onde apliquei a fórmula para o *Maximal Chronotropic Response Index* (MaxCri). Incompetência cronotrópica foi considerada a incapacidade de atingir um MaxCri \geq 0.80.

Foram também pesquisadas associações entre o Índice de Massa Corporal (IMC) e a IC. Foi encontrada uma prevalência geral de 58.8% (50% entre os homens e 66.7% entre as mulheres). Não foi encontrada qualquer associação significativa entre o IMC e a IC.

A Incompetência cronotrópica é uma condição bastante prevalente na população diabética, sendo um importante fator de risco para eventos cardiovasculares adversos.

Palavras-chave

Incompetência Cronotrópica; Diabetes mellitus tipo 2

Introdução

A Diabetes mellitus tipo 2 (DM2) é uma patologia metabólica que representa um risco fundamental para doença cardiovascular, que corresponde à maior causa de mortalidade em pacientes com diabetes (Jansson et al., 2010). Está também associada ao desenvolvimento de hipertensão arterial, dislipidemia, retinopatia e nefropatia diabéticas (Keytsman et al., 2015).

DM2 é frequentemente associada a Incompetência Cronotrópica (IC) (Jellis et al., 2011). IC é definida como a inabilidade da frequência cardíaca (FC) aumentar em proporção ao incremento na atividade física ou demanda metabólica (Keytsman et al., 2015). Durante o exercício físico, é necessário que a FC aumente de forma a aumentar o débito cardíaco e a perfusão dos músculos. IC é, portanto, vista como um contribuidor significativo para intolerância ao exercício e redução da qualidade de vida. Além disso, IC é um preditor independente de eventos cardiovasculares adversos e morte prematura. (Brubaker & Kitzman, 2011). Na DM2, a presença de IC prende-se com a alteração das catecolaminas, e/ou níveis de potássio durante

o exercício, alterações estruturais no miocárdio e rigidez arterial e/ou ventricular, alteração da sensibilidade dos barorreceptores e neuropatia autonómica cardiovascular. (Keytsman et al., 2015)

O estudo desta condição é clinicamente relevante, pois as recomendações para a intensidade da atividade e exercício físico e protocolos de reabilitação baseadas na predição da frequência cardíaca máxima tornam-se menos válidas (Franssen et al., 2023; Keytsman et al., 2015). Utilizar esta abordagem sem ter em conta a possibilidade desta condição, pode levar à sobrestimação da FC alvo durante o exercício, o que deve ser evitado para manter adesão ao plano terapêutico (Franssen et al., 2023).

No entanto, apesar da importância clínica que a IC aparenta ter perante a literatura, a sua prevalência é ainda alvo de debate, devido à ausência de critérios *standard* de diagnóstico e metodologia consistente. Por este motivo, na literatura, a prevalência desta condição é reportada entre 25-70% (Brubaker & Kitzman, 2011).

O objetivo deste estudo, é oferecer mais uma resposta na resolução desta lacuna na literatura. Foram utilizados os critérios de Hansen e Dendale (2014), para tentar descrever a prevalência da IC numa população de diabéticos. (Hansen & Dendale, 2014)

Métodos

Foram selecionados 34 participantes (n=34) para este estudo. Todos os participantes tinham diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2 sob terapêutica farmacológica para gestão da doença. Previamente à participação no estudo, os participantes eram na sua maioria fisicamente ativos, realizando aulas de hidroginástica nas piscinas da região do Porto. Cada participante assinou um consentimento informado para o tratamento dos seus dados, fazendo parte de uma tese de doutoramento da Universidade da Maia (UMAIA).

Os dados para este estudo foram recolhidos antes do início do protocolo de exercício, durante a avaliação inicial dos participantes. Foram realizadas as medições, as pesagens e um teste de esforço máximo em jejum. A medicação habitual foi administrada após o exame, para que esta tivesse a mínima influência no teste.

Análise incompetência cronotrópica

Para a análise da incompetência cronotrópica, utilizei a mesma fórmula utilizada no estudo de Hansen (2014) (Hansen & Dendale, 2014). A fórmula calculava a *Maximal Chronotropic Response Index* (MaxCri). Incompetência cronotrópica era definida como a

inabilidade de atingir um $MaxCri \geq 0.80$ (Brubaker & Kitzman, 2011; Hansen & Dendale, 2014). A fórmula era a seguinte:

$$MaxCri = (FC_{pico\ real} - FC_{repouso}) \div (FC_{máxima\ prevista} - FC_{repouso})$$

Nesta fórmula, a “FC pico real” corresponde à frequência máxima atingida durante a prova de esforço. A “FC repouso” corresponde à frequência cardíaca apresentada antes de iniciar a prova. A “FC máxima prevista” era obtida através da fórmula: $220 - idade$. (Brubaker & Kitzman, 2011)

Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o software SPSS versão 27. As variáveis contínuas foram descritas utilizando a média e o desvio padrão. A comparação entre variáveis nominais foi realizada utilizando uma tabela de dupla entrada. Foi também realizada uma correlação de Pearson para verificar a correlação entre o Índice de massa corporal (IMC) e os valores de MaxCri. Foi criada uma nova variável nominal, que permitiu comparar dois grupos de IMC (25 a 29.9 considerado excesso de peso e superior a 30 considerado obesidade). Para análise estatística, foi considerado o valor de p como estatisticamente significativo se <0.05 .

Resultados

A análise estatística encontra-se explicitada no anexo I.

A amostra presente neste estudo inclui 34 participantes, 16 do sexo masculino e 18 do sexo feminino. Tinham uma idade compreendida entre os 63 anos e os 84 anos, sendo a média de idades $71,94 \pm 4,31$. O IMC médio era de $29,25 \pm 3,98$ sendo que este valor variava entre 23,0 e 38,9kg/m².

Dos 34 participantes neste estudo, 20 apresentavam critérios para diagnóstico de incompetência cronotrópica (IC): 8 homens e 12 mulheres. A prevalência geral foi de 58.8%. Dentro do sexo masculino, a prevalência era de 50% (8 homens em 16 apresentavam diagnóstico). No sexo feminino, a prevalência era de 66,7% (12 mulheres em 18 no total apresentavam diagnóstico).

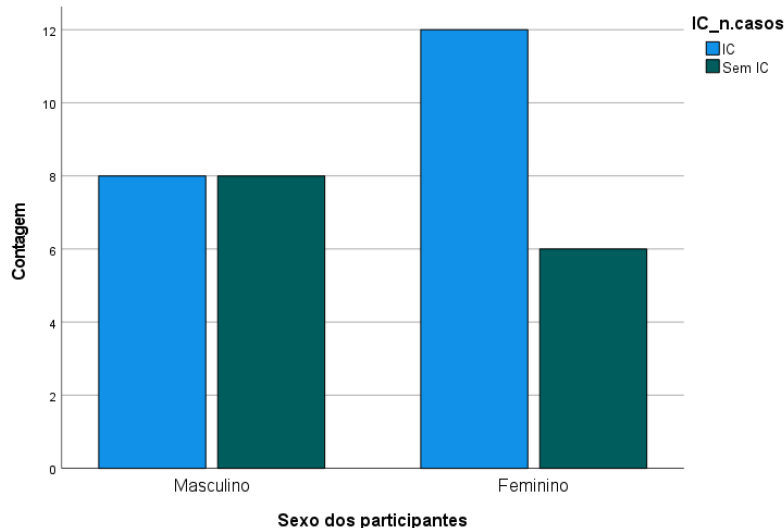


Figura 1: Gráfico de barras - número de casos de IC, agrupados pelo sexo dos participantes.

Comparando o número casos positivos entre os dois sexos, obtemos um valor de teste de $p=0.324$, que é superior ao valor definido como estatisticamente significativo. Podemos inferir, que não há uma diferença estatisticamente significativa na prevalência de IC entre sexos.

Relativamente às associações, realizando uma correlação de Pearson entre o IMC e os valores de MaxCri, obtemos um valor de teste $-0,221$, com um valor de significância $p=0,210$. Este valor indica que não existe qualquer relação significativa entre as duas variáveis. No entanto, parece existir uma tendência para o decréscimo do MaxCri à medida que o IMC aumenta.

Relativamente à prevalência de IC entre grupos de IMC, foram comparados o grupo com excesso de peso (IMC compreendido entre 25.0 e 29.9) e o grupo com obesidade (IMC com valores acima dos 30.0). Nesta comparação, o resultado foi que não havia diferenças estatisticamente significativas, com um valor de $p=0.71$.

Discussão

A prevalência da Incompetência Cronotrópica (IC) neste estudo (58.8%), baseada no cálculo do MaxCri (*Maximal Chronotropic Response Index*) enquadra-se no intervalo de referência reportado na literatura: 25-70% segundo Brubaker et al, cerca de 42% (em homens) segundo Hansen et al. (Brubaker & Kitzman, 2011; Hansen & Dendale, 2014).

Relativamente a diferenças entre sexos, a minha análise não demonstrou diferenças significativas ($p=0.324$), sendo a prevalência no sexo masculino 50% e no sexo feminino de 66.7%. Não foi encontrada na literatura valores com que comparar estes resultados.

Além disso, foi analisada a relação entre IC e o grau de obesidade (através do valor do IMC), que não revelou associação entre estas variáveis.

A literatura científica tem estabelecido uma ligação entre obesidade e maior risco cardiovascular, nomeadamente, um aumento do risco de incidência de doença cardiovascular de 9% por cada aumento de 5 unidades do IMC (Zhao et al., 2021). Neste estudo, no entanto, não foi encontrada qualquer relação entre as duas variáveis. Na literatura, existe associação entre o aumento do IMC e o aumento do risco cardiovascular. No entanto, não foram realizados até à data estudos que correlacionem diretamente IMC e IC em adultos. Em adolescentes, foi encontrada uma maior prevalência de IC em obesos, associada a pior saúde cardio-metabólica e intolerância ao exercício físico. Em quase metade dos adolescentes com obesidade, não se pode basear a avaliação da intensidade da atividade física e do exercício na frequência cardíaca, havendo inclusive risco de sobrestimar o alvo de frequência cardíaca durante o exercício, o que poderá colocar em risco a adesão ao tratamento (Franssen et al., 2023). No presente estudo, não parece haver evidência de associação, mas sim uma tendência para uma correlação negativa: quanto maior o IMC, menor o valor de MaxCri e, portanto, maior o risco de IC, apesar de não se tratar de uma associação com significância estatística.

Conclusão

A prevalência de IC na amostra foi de 58.8%, o que é bastante significativo. Apesar de se tratar de uma amostra com poucos participantes e poder não ser extrapolada para a população de diabéticos, é um valor bastante considerável. Devem ser realizados mais estudos de prevalência nesta área, considerando amostras cada vez maiores, de forma a nos aproximarmos do valor real da prevalência de IC na população geral e em populações especiais, nomeadamente de diabéticos tipo 2.

Concluiu-se também que não existem diferenças estatisticamente significativas da prevalência de IC entre os sexos, masculino e feminino. Não existe uma associação clara entre o valor de IMC e o valor de MaxCri, que permite o diagnóstico de IC. Parece, no entanto, existir uma tendência para o decréscimo do MaxCri à medida que o IMC aumenta.

Anexo I: Análise Estatística

Descrição da amostra

Descrição da amostra quanto ao sexo dos participantes

Sexo dos participantes	Frequência	Porcentagem
Masculino	16	47.1%
Feminino	18	52.9%
Total	34	100%

Descrição da amostra quanto à idade

Idade (anos)	
Média	71.94
Mediana	72.00
Desvio Padrão	4.306
Mínimo	63
Máximo	84

Descrição da amostra quanto ao IMC

IMC (kg/m ²)	
Média	29.253
Mediana	29.250
Desvio Padrão	3.984
Mínimo	23.0
Máximo	38.9

Comparação entre a prevalência de IC no sexo feminino e masculino

Tabela de dupla entrada

	Sexo	Masculino	Feminino	Total
IC				
IC		8 (50%)	12 (66.7%)	20 (58.8%)
Sem IC		8 (50%)	6 (33.3%)	14 (41.2%)
Total		16 (100%)	18 (100%)	34 (100%)

Comparação através de Teste do Qui-quadrado

Teste qui-quadrado	Valor de teste	Valor p
--------------------	----------------	---------

Qui-quadrado de Pearson	0.971	0.324
Teste exato de Fisher	-	0.487

Associação entre IMC e IC

Correlação linear de Pearson

Correlação de Pearson	-0.221
Valor p	0.210

Tabela de dupla entrada, considerando dois grupos de IMC (IMC 25-29.9 – excesso de peso, IMC > 30 – obesidade)

	IMC	Excesso de peso	Obesidade	Total
IC				
IC		7 (43.8%)	10 (76.9%)	17 (58.6%)
Sem IC		9 (56.3%)	3 (23.1%)	12 (41.4%)
Total		16 (100%)	13 (100%)	29 (100%)

Nesta análise, não foram incluídos os participantes com IMC normal.

Teste qui-quadrado	Valor de teste	Valor p
Qui-quadrado de Pearson	3.254	0.071
Teste exato de Fisher	-	0.130

Conclusão

O ano que passou foi, sem dúvida, um dos anos mais desafiantes da minha ainda curta carreira profissional. Foi um ano de muitas atribulações e obrigou-me a adaptar-me para conseguir ultrapassar as adversidades. Por este motivo, considero que foi um ano muito positivo. Tive a oportunidade de contactar com novos métodos de trabalho, com novos profissionais e tive a oportunidade de experienciar situações completamente novas para mim. Foi um ano que me obrigou a crescer tanto a nível científico e profissional, como também a nível pessoal. Fui confrontado com algumas debilidades minhas, como por exemplo a minha timidez e a capacidade de lidar com pessoas e tive de me adaptar e ultrapassar essas dificuldades.

Sinto que tive uma boa evolução ao longo deste estágio, sentindo-me mais capaz de dar uma resposta positiva neste momento, do que, quando iniciei esta unidade curricular. Esta evolução foi conseguida não só devido à minha constante vontade em melhorar, realizando pesquisas e procurando sedimentar o meu conhecimento, mas também graças a todo o apoio e ajuda que recebi ao longo do ano. Desde o início ao fim do meu estágio, fui sempre bem tratado por parte de todo o *staff* do CMEP, e sempre procuraram ajudar-me, ensinar-me novos métodos e dar-me autonomia suficiente para que pudesse também experimentar e realizar as tarefas, e aprender também com os meus erros.

Finalizado este estágio, sinto-me mais preparado e capaz para dar resposta enquanto profissional do exercício.

Relativamente ao meu futuro enquanto profissional, tenho algum receio. Sinto que os passos para a credibilização da profissão de Fisiologista do Exercício em Portugal, apesar de estar a ser dados, estão bastante atrás do que já se vê noutros locais do mundo. Sinto ainda alguma resistência por parte de outros profissionais de saúde. Sinto que é necessário mais investimento nesta área e mais reconhecimento para os futuros profissionais que estão a ser formados.

Concluindo, este foi um ano intenso e desafiante, durante o qual evoluí bastante. Este ano irá certamente ficar marcado na minha vida pelo meu progresso enquanto profissional e enquanto pessoa.

Referências bibliográficas

- ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT INJURY. (2018). In: Boston Sports Medicine & Research Institute.
- Estatísticas da Saúde : 2021.* (2023). I. P. Instituto Nacional de Estatística. <https://www.ine.pt/xurl/pub/11677508>
- Gonzalez-Medina, G., Perez-Cabezas, V., Ruiz-Moliner, C., Chamorro-Moriana, G., Jimenez-Rejano, J. J., & Galán-Mercant, A. (2021). Effectiveness of Global Postural Re-Education in Chronic Non-Specific Low Back Pain: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*, 10(22). <https://doi.org/10.3390/jcm10225327>
- Hayden, J. A., Ellis, J., Ogilvie, R., Malmivaara, A., & van Tulder, M. W. (2021). Exercise therapy for chronic low back pain. *Cochrane Database Syst Rev*, 9(9), Cd009790. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009790.pub2>
- Herzog, M. M., Kerr, Z. Y., Marshall, S. W., & Wikstrom, E. A. (2019). Epidemiology of Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability. *J Athl Train*, 54(6), 603-610. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-447-17>
- Hughes, R. C. M. (2018). *Melbourne*
- ACL Rehabilitation*
- Guide 2.0* https://www.melbourneaclguide.com/docs/ACL_Guide.pdf
- Manual de Boas Práticas.* (2021). Associação Portuguesa de Cardiopneumologistas. <https://campus.aptec.events/nese-manual/#fb0=1>
- Owen, P. J., Miller, C. T., Mundell, N. L., Verswijveren, S., Tagliaferri, S. D., Brisby, H., Bowe, S. J., & Belavy, D. L. (2020). Which specific modes of exercise training are most effective for treating low back pain? Network meta-analysis. *Br J Sports Med*, 54(21), 1279-1287. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-100886>
- Physical Therapy Guidelines for Lateral Ankle Sprain. (2015). In: Massachusetts General Hospital.
- Riebe, D., Franklin, B. A., Thompson, P. D., Garber, C. E., Whitfield, G. P., Magal, M., & Pescatello, L. S. (2015). Updating ACSM's Recommendations for Exercise Preparticipation Health Screening. *Med Sci Sports Exerc*, 47(11), 2473-2479. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000664>
- Saltzman, B. M., Harris, J. D., & Forsythe, B. (2015). Proximal coracobrachialis tendon rupture, subscapularis tendon rupture, and medial dislocation of the long head of the biceps tendon in an adult after traumatic anterior shoulder dislocation. *Int J Shoulder Surg*, 9(2), 52-55. <https://doi.org/10.4103/0973-6042.154769>
- STEVEN Z. GEORGE, P., PhD, FAPTA • JULIE M. FRITZ, PT, PhD, FAPTA • SHERI P. SILFIES, PT, PhD, MICHAEL J. SCHNEIDER, D., PhD • JASON M. BENECIUK, DPT, PhD, MPH • TREVOR A. LENTZ, PT, PhD, MPH, & JOHN R. GILLIAM, P., DPT • STEPHANIE HENDREN, MLIS • KATHERINE S. NORMAN, DPT, MS. (2021). Interventions for the Management
- of Acute and Chronic Low
- Back Pain: Revision 2021. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* <https://doi.org/10.2519/jospt.2021.0304>
- Agani, F. H., Puchowicz, M., Chavez, J. C., Pichiule, P., & LaManna, J. (2002). Role of nitric oxide in the regulation of HIF-1alpha expression during hypoxia. *Am J Physiol Cell Physiol*, 283(1), C178-186. <https://doi.org/10.1152/ajpcell.00381.2001>
- Ahmad, E., Lim, S., Lamptey, R., Webb, D. R., & Davies, M. J. (2022). Type 2 diabetes. *Lancet*, 400(10365), 1803-1820. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(22\)01655-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(22)01655-5)

- Anterior Cruciate Ligament Injury. (2018). In: Boston Sports Medicine & Research Institute.
- Aune, D., Norat, T., Leitzmann, M., Tonstad, S., & Vatten, L. J. (2015). Physical activity and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis. *Eur J Epidemiol*, 30(7), 529-542. <https://doi.org/10.1007/s10654-015-0056-z>
- Bagordo, A., Ciletti, K., Kemp-Smith, K., Simas, V., Climstein, M., & Furness, J. (2020). Isokinetic Dynamometry as a Tool to Predict Shoulder Injury in an Overhead Athlete Population: A Systematic Review. *Sports (Basel)*, 8(9). <https://doi.org/10.3390/sports8090124>
- Bailey, D. P., Hewson, D. J., Champion, R. B., & Sayegh, S. M. (2019). Sitting Time and Risk of Cardiovascular Disease and Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am J Prev Med*, 57(3), 408-416. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2019.04.015>
- Bogardus, C., Thuillez, P., Ravussin, E., Vasquez, B., Narimiga, M., & Azhar, S. (1983). Effect of muscle glycogen depletion on in vivo insulin action in man. *J Clin Invest*, 72(5), 1605-1610. <https://doi.org/10.1172/jci111119>
- Boulé, N. G., Haddad, E., Kenny, G. P., Wells, G. A., & Sigal, R. J. (2001). Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *Jama*, 286(10), 1218-1227. <https://doi.org/10.1001/jama.286.10.1218>
- Brubaker, P. H., & Kitzman, D. W. (2011). Chronotropic incompetence: causes, consequences, and management. *Circulation*, 123(9), 1010-1020. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.110.940577>
- Catrina, S. B., Okamoto, K., Pereira, T., Brismar, K., & Poellinger, L. (2004). Hyperglycemia regulates hypoxia-inducible factor-1 α protein stability and function. *Diabetes*, 53(12), 3226-3232. <https://doi.org/10.2337/diabetes.53.12.3226>
- Chatterjee, S., Khunti, K., & Davies, M. J. (2017). Type 2 diabetes. *Lancet*, 389(10085), 2239-2251. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(17\)30058-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(17)30058-2)
- Chen, C., Cohrs, C. M., Stertman, J., Bozsak, R., & Speier, S. (2017). Human beta cell mass and function in diabetes: Recent advances in knowledge and technologies to understand disease pathogenesis. *Mol Metab*, 6(9), 943-957. <https://doi.org/10.1016/j.molmet.2017.06.019>
- Cooke, J. P., & Dzau, V. J. (1997). Nitric oxide synthase: role in the genesis of vascular disease. *Annu Rev Med*, 48, 489-509. <https://doi.org/10.1146/annurev.med.48.1.489>
- De Filippis, E., Cusi, K., Ocampo, G., Berria, R., Buck, S., Consoli, A., & Mandarino, L. J. (2006). Exercise-Induced Improvement in Vasodilatory Function Accompanies Increased Insulin Sensitivity in Obesity and Type 2 Diabetes Mellitus. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 91(12), 4903-4910. <https://doi.org/10.1210/jc.2006-1142>
- Dudnik, E., Zagaynaya, E., Glazachev, O. S., & Susta, D. (2018). Intermittent Hypoxia-Hyperoxia Conditioning Improves Cardiorespiratory Fitness in Older Comorbid Cardiac Outpatients Without Hematological Changes: A Randomized Controlled Trial. *High Alt Med Biol*, 19(4), 339-343. <https://doi.org/10.1089/ham.2018.0014>
- Duennwald, T., Gatterer, H., Groop, P. H., Burtscher, M., & Bernardi, L. (2013). Effects of a single bout of interval hypoxia on cardiorespiratory control and blood glucose in patients with type 2 diabetes. *DIABETES CARE*, 36(8), 2183-2189. <https://doi.org/10.2337/dc12-2113>
- Essén, B., Hagenfeldt, L., & Kaijser, L. (1977). Utilization of blood-borne and intramuscular substrates during continuous and intermittent exercise in man. *J Physiol*, 265(2), 489-506. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1977.sp011726>
- Estatísticas da Saúde : 2021.* (2023). I. P. Instituto Nacional de Estatística. <https://www.ine.pt/xurl/pub/11677508>
- Faramoushi, M., Amir Sasan, R., Sari Sarraf, V., & Karimi, P. (2016). Cardiac fibrosis and down regulation of GLUT4 in experimental diabetic cardiomyopathy are ameliorated by chronic exposures to intermittent altitude. *J Cardiovasc Thorac Res*, 8(1), 26-33. <https://doi.org/10.15171/jcvtr.2016.05>

- Fernández-Lázaro, D., Mielgo-Ayuso, J., Santamaría, G., Gutiérrez-Abejón, E., Domínguez-Ortega, C., García-Lázaro, S. M., & Seco-Calvo, J. (2022). Adequacy of an Altitude Fitness Program (Living and Training) plus Intermittent Exposure to Hypoxia for Improving Hematological Biomarkers and Sports Performance of Elite Athletes: A Single-Blind Randomized Clinical Trial. *Int J Environ Res Public Health*, *19*(15). <https://doi.org/10.3390/ijerph19159095>
- Ferrara, N., Gerber, H. P., & LeCouter, J. (2003). The biology of VEGF and its receptors. *Nat Med*, *9*(6), 669-676. <https://doi.org/10.1038/nm0603-669>
- Fiorilli, G., Mariano, I., Iuliano, E., Giombini, A., Ciccarelli, A., Buonsenso, A., Calcagno, G., & di Cagno, A. (2020). Isoinertial Eccentric-Overload Training in Young Soccer Players: Effects on Strength, Sprint, Change of Direction, Agility and Soccer Shooting Precision. *J Sports Sci Med*, *19*(1), 213-223.
- Flores-Opazo, M., McGee, S. L., & Hargreaves, M. (2020). Exercise and GLUT4. *Exerc Sport Sci Rev*, *48*(3), 110-118. <https://doi.org/10.1249/jes.0000000000000224>
- Franssen, W. M. A., Keytsman, C., Marinus, N., Verboven, K., Eijnde, B. O., van Ryckeghem, L., Dendale, P., Zeevaert, R., Massa, G., & Hansen, D. (2023). Chronotropic incompetence is more frequent in obese adolescents and relates to systemic inflammation and exercise intolerance. *J Sport Health Sci*, *12*(2), 194-201. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.01.010>
- García-Molina, L., Lewis-Mikhael, A. M., Riquelme-Gallego, B., Cano-Ibáñez, N., Oliveras-López, M. J., & Bueno-Cavanillas, A. (2020). Improving type 2 diabetes mellitus glycaemic control through lifestyle modification implementing diet intervention: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Nutr*, *59*(4), 1313-1328. <https://doi.org/10.1007/s00394-019-02147-6>
- Gonzalez-Medina, G., Perez-Cabezas, V., Ruiz-Molinero, C., Chamorro-Moriana, G., Jimenez-Rejano, J. J., & Galán-Mercant, A. (2021). Effectiveness of Global Postural Re-Education in Chronic Non-Specific Low Back Pain: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*, *10*(22). <https://doi.org/10.3390/jcm10225327>
- Hansen, D., & Dendale, P. (2014). Modifiable predictors of chronotropic incompetence in male patients with type 2 diabetes. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, *34*(3), 202-207. <https://doi.org/10.1097/hcr.0000000000000039>
- Hansen, P. A., Nolte, L. A., Chen, M. M., & Holloszy, J. O. (1998). Increased GLUT-4 translocation mediates enhanced insulin sensitivity of muscle glucose transport after exercise. *J Appl Physiol* (1985), *85*(4), 1218-1222. <https://doi.org/10.1152/jappl.1998.85.4.1218>
- Hayden, J. A., Ellis, J., Ogilvie, R., Malmivaara, A., & van Tulder, M. W. (2021). Exercise therapy for chronic low back pain. *Cochrane Database Syst Rev*, *9*(9), Cd009790. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009790.pub2>
- Herzog, M. M., Kerr, Z. Y., Marshall, S. W., & Wikstrom, E. A. (2019). Epidemiology of Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability. *J Athl Train*, *54*(6), 603-610. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-447-17>
- Hobbins, L., Hunter, S., Gaoua, N., & Girard, O. (2017). Normobaric hypoxic conditioning to maximize weight loss and ameliorate cardio-metabolic health in obese populations: a systematic review. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, *313*(3), R251-r264. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00160.2017>
- Hoppeler, H., Klossner, S., & Vogt, M. (2008). Training in hypoxia and its effects on skeletal muscle tissue. *Scand J Med Sci Sports*, *18* Suppl 1, 38-49. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00831.x>
- Hughes, R. C. M. (2018). *Melbourne*

ACL Rehabilitation

Guide 2.0 https://www.melbourneaclguide.com/docs/ACL_Guide.pdf

- Jansson, S. P., Andersson, D. K., & Svärdsudd, K. (2010). Mortality trends in subjects with and without diabetes during 33 years of follow-up. *DIABETES CARE*, 33(3), 551-556. <https://doi.org/10.2337/dc09-0680>
- Jellis, C. L., Stanton, T., Leano, R., Martin, J., & Marwick, T. H. (2011). Usefulness of at rest and exercise hemodynamics to detect subclinical myocardial disease in type 2 diabetes mellitus. *Am J Cardiol*, 107(4), 615-621. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2010.10.024>
- Kanaley, J. A., Colberg, S. R., Corcoran, M. H., Malin, S. K., Rodriguez, N. R., Crespo, C. J., Kirwan, J. P., & Zierath, J. R. (2022). Exercise/Physical Activity in Individuals with Type 2 Diabetes: A Consensus Statement from the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc*, 54(2), 353-368. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002800>
- Keytsman, C., Dendale, P., & Hansen, D. (2015). Chronotropic Incompetence During Exercise in Type 2 Diabetes: Aetiology, Assessment Methodology, Prognostic Impact and Therapy. *Sports Med*, 45(7), 985-995. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0328-5>
- Kindlovits, R., Pereira, A., Sousa, A. C., Viana, J. L., & Teixeira, V. H. (2022). Effects of Acute and Chronic Exercise in Hypoxia on Cardiovascular and Glycemic Parameters in Patients with Type 2 Diabetes: A Systematic Review. *High Alt Med Biol*, 23(4), 301-312. <https://doi.org/10.1089/ham.2022.0029>
- Kodama, S., Tanaka, S., Heianza, Y., Fujihara, K., Horikawa, C., Shimano, H., Saito, K., Yamada, N., Ohashi, Y., & Sone, H. (2013). Association between physical activity and risk of all-cause mortality and cardiovascular disease in patients with diabetes: a meta-analysis. *DIABETES CARE*, 36(2), 471-479. <https://doi.org/10.2337/dc12-0783>
- Ladage, D., Braunroth, C., Lenzen, E., Berghöfer, S., Graf, C., Bloch, W., & Brixius, K. (2012). Influence of intermittent hypoxia interval training on exercise-dependent erythrocyte NOS activation and blood pressure in diabetic patients. *Can J Physiol Pharmacol*, 90(12), 1591-1598. <https://doi.org/10.1139/y2012-138>
- Lecoultre, V., Peterson, C. M., Covington, J. D., Ebenezer, P. J., Frost, E. A., Schwarz, J.-M., & Ravussin, E. (2013). Ten nights of moderate hypoxia improves insulin sensitivity in obese humans. *DIABETES CARE*, 36(12), e197-198. <https://doi.org/10.2337/dc13-1350>
- Li, J., Li, S. X., Gao, X. H., Zhao, L. F., Du, J., Wang, T. Y., Wang, L., Zhang, J., Wang, H. Y., Dong, R., & Guo, Z. Y. (2019). HIF1A and VEGF regulate each other by competing endogenous RNA mechanism and involve in the pathogenesis of peritoneal fibrosis. *Pathol Res Pract*, 215(4), 644-652. <https://doi.org/10.1016/j.prp.2018.12.022>
- Lundby, C., Calbet, J. A., & Robach, P. (2009). The response of human skeletal muscle tissue to hypoxia. *Cell Mol Life Sci*, 66(22), 3615-3623. <https://doi.org/10.1007/s00018-009-0146-8>
- Mackenzie, R., Elliott, B., Maxwell, N., Brickley, G., & Watt, P. (2012). The effect of hypoxia and work intensity on insulin resistance in type 2 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab*, 97(1), 155-162. <https://doi.org/10.1210/jc.2011-1843>
- Mackenzie, R., Maxwell, N., Castle, P., Brickley, G., & Watt, P. (2011). Acute hypoxia and exercise improve insulin sensitivity (S(I) (2*)) in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Metab Res Rev*, 27(1), 94-101. <https://doi.org/10.1002/dmrr.1156>
- Mackenzie, R., Maxwell, N., Castle, P., Elliott, B., Brickley, G., & Watt, P. (2012). Intermittent Exercise with and without Hypoxia Improves Insulin Sensitivity in Individuals with Type 2 Diabetes. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 97(4), E546-E555. <https://doi.org/10.1210/jc.2011-2829>
- Magliano, D. J., Boyko, E. J., & committee, I. D. F. D. A. t. e. s. (2021). IDF Diabetes Atlas. In *Idf diabetes atlas*. International Diabetes Federation
- © International Diabetes Federation, 2021.
- Maiorana, A., O'Driscoll, G., Goodman, C., Taylor, R., & Green, D. (2002). Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*, 56(2), 115-123. [https://doi.org/10.1016/s0168-8227\(01\)00368-0](https://doi.org/10.1016/s0168-8227(01)00368-0)

- Mannucci, E., Bonifazi, A., & Monami, M. (2021). Comparison between different types of exercise training in patients with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and network metanalysis of randomized controlled trials. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 31(7), 1985-1992. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2021.02.030>
- Manual de Boas Práticas*. (2021). Associação Portuguesa de Cardiopneumologistas. <https://campus.aptec.events/nese-manual/#fb0=1>
- Mathieu-Costello, O. (2001). Muscle adaptation to altitude: tissue capillarity and capacity for aerobic metabolism. *High Alt Med Biol*, 2(3), 413-425. <https://doi.org/10.1089/15270290152608598>
- Millet, G. P., Debevec, T., Brocherie, F., Malatesta, D., & Girard, O. (2016). Therapeutic Use of Exercising in Hypoxia: Promises and Limitations. *Front Physiol*, 7, 224. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00224>
- Mortensen, S. P., Winding, K. M., Iepsen, U. W., Munch, G. W., Marcussen, N., Hellsten, Y., Pedersen, B. K., & Baum, O. (2019). The effect of two exercise modalities on skeletal muscle capillary ultrastructure in individuals with type 2 diabetes. *Scand J Med Sci Sports*, 29(3), 360-368. <https://doi.org/10.1111/sms.13348>
- Oliveira, C., Simões, M., Carvalho, J., & Ribeiro, J. (2012). Combined exercise for people with type 2 diabetes mellitus: a systematic review. *Diabetes Res Clin Pract*, 98(2), 187-198. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2012.08.004>
- Owen, P. J., Miller, C. T., Mundell, N. L., Verswijveren, S., Tagliaferri, S. D., Brisby, H., Bowe, S. J., & Belavy, D. L. (2020). Which specific modes of exercise training are most effective for treating low back pain? Network meta-analysis. *Br J Sports Med*, 54(21), 1279-1287. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-100886>
- Physical Therapy Guidelines for Lateral Ankle Sprain. (2015). In: Massachusetts General Hospital.
- Pugh, C. W., & Ratcliffe, P. J. (2003). Regulation of angiogenesis by hypoxia: role of the HIF system. *Nat Med*, 9(6), 677-684. <https://doi.org/10.1038/nm0603-677>
- Riebe, D., Franklin, B. A., Thompson, P. D., Garber, C. E., Whitfield, G. P., Magal, M., & Pescatello, L. S. (2015). Updating ACSM's Recommendations for Exercise Preparticipation Health Screening. *Med Sci Sports Exerc*, 47(11), 2473-2479. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000664>
- Robach, P., Cairo, G., Gelfi, C., Bernuzzi, F., Pilegaard, H., Viganò, A., Santambrogio, P., Cerretelli, P., Calbet, J. A., Moutereau, S., & Lundby, C. (2007). Strong iron demand during hypoxia-induced erythropoiesis is associated with down-regulation of iron-related proteins and myoglobin in human skeletal muscle. *Blood*, 109(11), 4724-4731. <https://doi.org/10.1182/blood-2006-08-040006>
- Saltzman, B. M., Harris, J. D., & Forsythe, B. (2015). Proximal coracobrachialis tendon rupture, subscapularis tendon rupture, and medial dislocation of the long head of the biceps tendon in an adult after traumatic anterior shoulder dislocation. *Int J Shoulder Surg*, 9(2), 52-55. <https://doi.org/10.4103/0973-6042.154769>
- Schreuder, T. H., Nyakayiru, J., Houben, J., Thijssen, D. H., & Hopman, M. T. (2014). Impact of hypoxic versus normoxic training on physical fitness and vasculature in diabetes. *High Alt Med Biol*, 15(3), 349-355. <https://doi.org/10.1089/ham.2013.1144>
- Serebrovska, T. V., Portnychenko, A. G., Drevytska, T. I., Portnichenko, V. I., Xi, L., Egorov, E., Gavalko, A. V., Naskalova, S., Chizhova, V., & Shatylo, V. B. (2017). Intermittent hypoxia training in prediabetes patients: Beneficial effects on glucose homeostasis, hypoxia tolerance and gene expression. *Exp Biol Med (Maywood)*, 242(15), 1542-1552. <https://doi.org/10.1177/1535370217723578>
- Steven Z. George, P., Phd, Fapta ; Julie M. Fritz, Pt, Phd, Fapta; Sheri P. Silfies, Pt, Phd; Michael J. Schneider, Dc, Phd ; Jason M. Beneciuk, Dpt, Phd, Mph; Trevor A. Lentz, Pt, Phd, Mph; John R. Gilliam, Pt, Dpt; Stephanie Hendren, Mlis; Katherine S. Norman, Dpt, Ms. (2021). Interventions for the Management of Acute and Chronic Low Back Pain:

- Revision 2021. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*.
<https://doi.org/10.2519/jospt.2021.0304>
- Thangarajah, H., Vial, I. N., Grogan, R. H., Yao, D., Shi, Y., Januszyk, M., Galiano, R. D., Chang, E. I., Galvez, M. G., Glotzbach, J. P., Wong, V. W., Brownlee, M., & Gurtner, G. C. (2010). HIF-1alpha dysfunction in diabetes. *Cell Cycle*, 9(1), 75-79.
<https://doi.org/10.4161/cc.9.1.10371>
- Tinajero, M. G., & Malik, V. S. (2021). An Update on the Epidemiology of Type 2 Diabetes: A Global Perspective. *Endocrinol Metab Clin North Am*, 50(3), 337-355.
<https://doi.org/10.1016/j.ecl.2021.05.013>
- van Hulten, V., van Meijel, R. L. J., & Goossens, G. H. (2021). The impact of hypoxia exposure on glucose homeostasis in metabolically compromised humans: A systematic review. *Rev Endocr Metab Disord*, 22(2), 471-483. <https://doi.org/10.1007/s11154-021-09654-0>
- Viganò, A., Ripamonti, M., De Palma, S., Capitano, D., Vasso, M., Wait, R., Lundby, C., Cerretelli, P., & Gelfi, C. (2008). Proteins modulation in human skeletal muscle in the early phase of adaptation to hypobaric hypoxia. *Proteomics*, 8(22), 4668-4679.
<https://doi.org/10.1002/pmic.200800232>
- Wadley, G. D., Lee-Young, R. S., Canny, B. J., Wasuntarawat, C., Chen, Z. P., Hargreaves, M., Kemp, B. E., & McConell, G. K. (2006). Effect of exercise intensity and hypoxia on skeletal muscle AMPK signaling and substrate metabolism in humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 290(4), E694-702. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00464.2005>
- Wang, G. L., & Semenza, G. L. (1995). Purification and characterization of hypoxia-inducible factor 1. *J Biol Chem*, 270(3), 1230-1237. <https://doi.org/10.1074/jbc.270.3.1230>
- Way, K. L., Hackett, D. A., Baker, M. K., & Johnson, N. A. (2016). The Effect of Regular Exercise on Insulin Sensitivity in Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Diabetes Metab J*, 40(4), 253-271. <https://doi.org/10.4093/dmj.2016.40.4.253>
- Yang, Z., Scott, C. A., Mao, C., Tang, J., & Farmer, A. J. (2014). Resistance exercise versus aerobic exercise for type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 44(4), 487-499. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0128-8>
- Zhao, Y., Qie, R., Han, M., Huang, S., Wu, X., Zhang, Y., Feng, Y., Yang, X., Li, Y., Wu, Y., Liu, D., Hu, F., Zhang, M., Sun, L., & Hu, D. (2021). Association of BMI with cardiovascular disease incidence and mortality in patients with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 31(7), 1976-1984. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2021.03.003>