

Universidade da Maia

Departamento de Ciências da Educação Física e Desporto



Impact of protein supplementation and physical exercise in the fight against sarcopenia and fall risk in older adults.

Inês Duarte de Sousa Matos

Ciências da Educação Física e Desporto – Especialização em
Exercício Físico e Saúde

Orientador Institucional

Prof. Doutor Mário Pedro de Oliveira Inácio

Setembro, 2022



Universidade da Maia



**IMPACT OF PROTEIN SUPPLEMENTATION AND PHYSICAL
EXERCISE IN THE FIGHT AGAINST SARCOPENIA AND FALL
RISK IN OLDER ADULTS**

INÊS DUARTE DE SOUSA MATOS
A038275

Dissertação com vista à obtenção do grau de Mestre em Ciências da Educação
Física e Desporto – Especialização em Exercício Físico e Saúde, nos termos
do Aviso nº 7727/ 2019 Diário da República (2ª série), Nº 85 de 3 de maio de
2019

Orientador: Prof. Doutor Mário Pedro de Oliveira Inácio

Co-Orientador: Prof. Doutora Carla Vanessa Dias Sarmento Correia de Sá

Setembro, 2022

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Fernando e Paula, que apesar de todas as dificuldades nunca me deixaram desistir, me deram alento e foram os meus pilares nesta etapa que foi tão importante na minha vida pessoal e académica.

Aos meus avôs, Damião e António de forma ausente, e às minhas avós, Filomena e Zulmira de forma presente, por todas as refeições de “aconchego”, os “mimos” infinitos, pelos conselhos e “aquela palavra amiga” nos momentos mais complicados.

Ao meu padrinho, Fernando, que mesmo não estando presente fisicamente, me orientou, guiou e restaurou as minhas forças com o seu amor, és e sempre serás a estrela mais brilhante no céu, resta-me agradecer por ter tido o privilégio de te ter na minha vida, guardo-te para sempre no meu coração e espero que estejas orgulhoso “aí em cima”.

AGRADECIMENTOS

Mais uma etapa do meu percurso académico finda e não posso deixar de agradecer a todos que me viram evoluir no decorrer destes dois anos.

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à Prozis, que não hesitou em facultar-me material e forneceu toda a suplementação utilizada neste estudo, sem ela nada disto seria possível.

Em segundo lugar, quero agradecer ao ISMAI e a todos os docentes que se cruzaram no meu caminho, por todos os ensinamentos que me transmitiram.

Em terceiro lugar, agradeço ao clube Maia Senior por ter dado conhecimento do meu projeto aos alunos e por todo o apoio que forneceram.

Queria agradecer ao meu orientador, Prof. Doutor Mário Inácio por me ter conduzido durante todo o processo, por todo o conhecimento e suporte.

À minha co-orientadora, Prof. Doutora Carla Sá que acompanhou o procedimento e transmitiu toda a sua sabedoria.

Aos meus pais, por serem os meus alicerces e principais responsáveis pela pessoa que me tornei hoje, por todo o amor, carinho e dedicação.

Às minhas avós, agradeço todas as partilhas e ensinamentos, em especial a um versículo da bíblia que a minha avó Filomena partilhou comigo e me deu força para acreditar que melhores dias viriam “Amados, amemos uns aos outros, pois o amor procede de Deus. Aquele que ama é nascido de Deus e conhece a Deus. Quem não ama não conhece a Deus, porque Deus é amor “ 1 João 4:7-8.

Ao Cláudio, por ser o meu companheiro de todas as horas, que me viu sorrir e chorar e esteve sempre ao meu lado, obrigada pela amizade e amor incondicional, sem ti nada disto seria possível.

Ao Pedro, que para além de um grande amigo foi um suporte gigante em todos os momentos em que me apeteceu desistir, ele ajudou-me a levantar a cabeça e deu-me forças para continuar, nunca duvidando das minhas capacidades.

Aos meus amigos, que me acompanham há anos e têm visto o meu percurso, obrigada por todas as palavras de carinho e abraços de força.

Aos meus alunos e alunas, um obrigada enorme por todos os conselhos e mensagens de ânimo.

Por fim, agradeço a Deus, pela força interior, por me ajudar a ser forte e não desanimar, pois todo o meu trabalho iria ser recompensado.

A todos, os meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Introdução: Portugal é um dos países com maior nível de população envelhecida. Com o avançar da idade diminui o consumo de certos alimentos, nomeadamente alimentos ricos em proteína e aumenta o nível de sedentarismo. Adicionalmente, o decréscimo na realização de exercício físico faz com que haja uma maior propensão para o risco de quedas e sarcopenia, ou seja, a perda de massa muscular que por sua vez pode originar uma diminuição do equilíbrio, dificuldade na marcha e desnutrição.

Objetivo: Avaliar os efeitos de um programa de exercício físico multicomponente comunitário e de suplementação de proteína de soro de leite na performance neuromuscular, no equilíbrio e na sua composição corporal de indivíduos idosos saudáveis.

Métodos: 19 indivíduos com idade igual ou superior a 65 anos, divididos em dois grupos de forma aleatória, o grupo controlo (n=11) e o grupo experimental (n=8) realizaram avaliações de composição corporal, de mobilidade funcional (MiniBestest, FSST e TUG) e de esforço máximo onde os utentes efetuaram contrações isométricas voluntárias máximas dos músculos extensores do joelho e abdutores da anca. O valor de significância foi fixado em $p < 0,05$.

Resultados: Houve diferenças estatisticamente significativas em três variáveis, nomeadamente na idade entre o grupo controlo e o grupo experimental ($P=0,004$), no MiniBESTest no grupo de controlo pré VS pós ($P=0,004$) e no TUG Dual-Task quer no grupo de controlo quer no grupo experimental, pré VS pós ($P=0,005$). Nas outras variáveis não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($P > 0,05$).

Conclusões: A realização de um programa de treino multicomponente em conjunto com uma dieta rica em proteína tem efeitos positivos no combate à sarcopenia e prevenção de quedas com o envelhecimento. Mais estudos são necessários para entender o papel da proteína de soro de leite com uma amostra maior.

Palavras-chave: Sarcopenia, Fragilidade, Envelhecimento, Proteína, Exercício Físico

ABSTRACT

Introduction: Portugal is one of the countries with the highest level of ageing population. With age, the consumption of certain foods decreases, particularly foods rich in protein, and the level of sedentariness increases. Additionally, the decrease in physical exercise leads to a greater propensity to the risk of falls and sarcopenia, i.e. loss of muscle mass which, in turn, may lead to decreased balance, impaired walking, and malnutrition.

Objective: Evaluate the effects of a community-based multicomponent exercise program and whey protein supplementation, in neuromuscular performance, balance and body composition in healthy older individuals.

Methods: 19 individuals aged 65 years or older were randomly divided into two groups, the control group (n=11) and the experimental group (n=8). Participants were evaluated on their body composition, functional mobility (MiniBest, FSST and TUG) and maximum voluntary isometric contractions of the knee extensors and hip abductor muscles. The significance value was set at $p < 0.05$.

Results: There were statistically significant differences in three variables, namely in age between control and experimental group ($P = 0.004$), in MiniBESTest in control group pre VS post ($P = 0.004$) and in TUG Dual Task in both control and experimental group, pre VS post ($P = 0.005$). In the other variables no statistically significant differences were found ($P > 0.05$). **Conclusions:** Carrying out a multicomponent training programme in conjunction with a diet rich in protein has positive effects in combating sarcopenia and reducing fall risk with ageing. More studies are needed to understand the role of whey protein with a larger sample size.

Key words: Sarcopenia, Frailty, Ageing, Protein, Physical Exercise

Índice

DEDICATÓRIA	3
AGRADECIMENTOS.....	4
RESUMO.....	6
ABSTRACT	7
Índice	8
Índice de Figuras	11
Índice de Quadros.....	12
INTRODUÇÃO	13
1) Objetivos do estudo	15
2) Hipóteses do estudo.....	15
REVISÃO DA LITERATURA	16
1) ENVELHECIMENTO E SARCOPENIA.....	16
2) FISIOPATOLOGIA NO ENVELHECIMENTO	19
3) SAÚDE ORAL E GASTROINTESTINAL	27
4) FRAGILIDADE E RISCO DE QUEDAS.....	30
5) NUTRIÇÃO NO ENVELHECIMENTO	34
6) EXERCÍCIO FÍSICO COM O ENVELHECIMENTO	38
Métodos.....	42
1) Desenho de estudo.....	42
2) Amostra	42
3) Procedimentos	42
4) Intervenção.....	45
5) Tratamento e análise de dados.....	46
6) Análise Estatística	47
Resultados.....	48
Discussão dos resultados	58
Conclusões e considerações finais.....	62
Referências bibliográficas.....	65

Lista de Abreviaturas e Símbolos

ACSM – *American College of Sports Medicine*

ACTH – Hormona Adrenocorticotrófica

ADN – Ácido Desoxirribonucleico

AMP – Adenosina Monofosfato

AMPK – Adenosina Monofosfato ativada por proteína quinase

Ca – Cálcio

CESD – *Center for Epidemiological Studies Depression*

CIVM / IMVC – Contração Isométrica Voluntária Máxima / *Isometric Maximal Voluntary Contraction*

CM – Centímetro

COM - Controlo

DHEA – Desidroepiandrosterona

EF – Exercício Físico

EXP - Experimental

FSST – *Four Square Step Test*

G – Gramas

GC – Grupo Controlo

GDPR – *General Data Protection Regulation*

GE – Grupo Experimental

GH – *Growth Hormone* (Hormona do Crescimento)

H – Hipótese

IGF-1 – Fator de Crescimento semelhante à Insulina Tipo I

IL-1/6/15 – Interleucina

IMC - Índice de Massa Corporal

INE - Instituto Nacional de Estatística

KG – Quilograma

LMM – *Linear Mixed Models*

M – Metros

MMSE – *Mini Mental State Examination*

mtADN – ADN Mitochondrial

mTOR – Mammalian Target of Rapamycin

N – *Newton*

N/s – *Newton* por segundo

NAD – Dinucleótido de Nicotinamida e Adenina

NK – Células *Natural Killer*

PSE – Percepção Subjetiva de Esforço

PTH – Paratormona

RC – Restrição Calórica

RNA – Ácido Ribonucleico

SNC – Sistema Nervoso Central

TDF – Taxa Desenvolvimento de Força

TNF- α – *Tumor Necrosis Factor Alfa*

TPF – Taxa Produção de Força

TUG – *Time Up and Go*

UM – Unidade Motora

WHO – *World Health Organization*

% - Percentagem

Índice de Figuras

FIGURA 1 - VALORES DA MASSA GORDA EM PERCENTAGEM (%) NOS GRUPOS CONTROLO E EXPERIMENTAL, PRÉ E PÓS TESTES	49
FIGURA 2 - VALORES DE MASSA MAGRA EM QUILOGRAMAS (KG) NOS GRUPOS CONTROLO E EXPERIMENTAL, PRÉ E PÓS TESTES	50
FIGURA 3 - VALORES DO PERÍMETRO GEMINAL EM METROS (M) NOS GRUPOS CONTROLO E EXPERIMENTAL, PRÉ E PÓS TESTES	51
FIGURA 4 - VALORES DO HANDGRIP EM NEWTON (N) NOS GRUPOS CONTROLO E EXPERIMENTAL, PRÉ E PÓS TESTES	52
FIGURA 5 - VALORES DO IMVC EM NEWTON (N) NOS GRUPOS CONTROLO E EXPERIMENTAL, PRÉ E PÓS TESTES	53
FIGURA 6 - VALORES DO IMVC NORMALIZADO (PC) NOS GRUPOS CONTROLO E EXPERIMENTAL, PRÉ E PÓS TESTES	53
FIGURA 7 - VALORES DA TAXA DE PRODUÇÃO DE FORÇA EM NEWTON POR SEGUNDO (N/S) NOS GRUPOS CONTROLO E EXPERIMENTAL, PRÉ E PÓS TESTES	54
FIGURA 8 - VALORES DA TAXA DE PRODUÇÃO DE FORÇA NORMALIZADO (PC/S) NOS GRUPOS CONTROLO E EXPERIMENTAL, PRÉ E PÓS TESTES	54
FIGURA 9 - VALORES DO FSST (S) NOS GRUPOS CONTROLO E EXPERIMENTAL, PRÉ E PÓS TESTES	55
FIGURA 10 - VALORES DO MINI-BESTEST (SCORE) NOS GRUPOS CONTROLO E EXPERIMENTAL, PRÉ E PÓS TESTES	55
FIGURA 11 - VALORES DO TUG (S) NOS GRUPOS CONTROLO E EXPERIMENTAL, PRÉ E PÓS TESTES	56

Índice de Quadros

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DOS GRUPOS DE CONTROLO (CON) E EXPERIMENTAL (EXP)	49
TABELA 2 - CARACTERIZAÇÃO E COMPARAÇÃO PRÉ E PÓS	57
TABELA 3 - CARACTERIZAÇÃO E COMPARAÇÃO DO GRUPO DE CONTROLO	57

INTRODUÇÃO

A sarcopenia é uma consequência muito frequente com o envelhecimento (Faxén-Irving et al., 2021). A sarcopenia é a perda combinada de massa muscular, força músculo-esquelética e função (Barclay et al., 2019). A perda de massa muscular, deve-se a diversos fatores, nomeadamente à reduzida ingestão de alimentos com proteína (grama por quilograma), sedentarismo e como consequência aumenta o risco de quedas e alteração no equilíbrio, causando uma maior fragilidade nos idosos (Faxén-Irving et al., 2021). Desta forma, a sarcopenia diminui a facilidade na execução de tarefas do quotidiano, como levantar da cama, tomar banho ou até mesmo caminhar na rua (Rong et al., 2020).

Segundo o Instituto Nacional de estatística (INE), a esperança média de vida à nascença entre 2018 e 2020 era de 78,07 anos, com a atualização dos dados a dia 24 de setembro de 2021, foi possível verificar um aumento para 81,06. A longevidade é uma vitória da ciência. Na Europa, o número de centenários está a aumentar rapidamente, em Portugal o número quase triplicou durante os últimos dez anos, sendo uma faixa etária com crescimento deveras rápido (Ribeiro et al., 2016).

As mudanças demográficas nos indivíduos seniores acarretam deficiências motoras relacionadas com a idade o que preocupa ainda mais na manutenção da qualidade de vida. Com o aumento da esperança média de vida e da longevidade há cada vez mais casos de sarcopenia (Larsson et al., 2019).

Esta condição tem vários impactos negativos na vida diária do idoso podendo levar à morte (Shafiee et al., 2017). Para além dos aspetos abordados anteriormente, esta patologia provoca alterações na homeostase da glucose, termorregulação e nutrição óssea, regulação do metabolismo basal e produção de energia (Rondanelli et al., 2020).

Os três principais processos de envelhecimento biológico são a perda progressiva da função, a diminuição da fertilidade e o aumento da mortalidade (Larsson et al., 2019).

O envelhecimento é um fator significativo no desenvolvimento de algumas doenças neuromusculares. Os indivíduos mais idosos e frágeis devem exercer

um maior esforço muscular para se levantarem, por exemplo, de uma cadeira. Os idosos têm uma maior tendência para sofrerem quedas devido a vários fatores, nomeadamente aspetos neurológicos, neuromusculares e periféricos (Larsson et al., 2019).

A estrutura e função do músculo esquelético são alteradas à medida que as pessoas envelhecem. A perda de massa muscular e função, também conhecida como sarcopenia, é provavelmente a alteração mais pronunciada e importante que ocorre com o envelhecimento (Larsson et al., 2019).

A ingestão de alimentos com proteína, tende a ser complicada nesta faixa etária, devido à falta de dentição, problemas de mastigação e deglutição, sendo imperativo otimizar a ingestão de alimentos com proteínas de alto valor biológico, não só na sua quantidade como na sua qualidade sempre considerando as patologias e a prática de exercício físico (Rondanelli et al., 2021).

As proteínas do soro de leite (*whey protein*) demonstraram permitir uma maior estimulação anabólica devido à sua digestão mais rápida e prática, aumentando de forma mais veloz o nível de aminoácidos plasmáticos e essenciais (Rondanelli et al., 2020).

Atualmente, o tratamento mais indicado para o combate à sarcopenia consiste em dar prioridade ao aumento de massa muscular com a otimização na ingestão de alimentos com proteína, aumento da ingestão de alimentos com vitamina D, ou incentivo à exposição solar (Vitamina D), ou a recomendação de suplementação, sempre aliado à prática regular de exercício físico, especialmente treino resistido ou se possível conciliar exercício aeróbio com exercício resistido (Rondanelli et al., 2020).

Existe uma escassez na literatura no que diz respeito a estes tópicos, com poucos estudos a investigarm sarcopenia, envelhecimento, suplementação proteica e exercício físico em conjunto. A maioria estudava um ou dois tópicos pelo que, a meu ver, era uma lacuna existente na literatura não haver mais informações e estudos que relacionem a sarcopenia com a ingestão de proteína e a realização de um programa de exercício físico multicomponente comunitário na prevenção de quedas e no combate a esta perda de massa muscular, função e equilíbrio que o envelhecimento acarreta.

1) Objetivos do estudo

O objetivo principal deste estudo foi avaliar os efeitos de um programa de exercício físico multicomponente comunitário e de suplementação de proteína de soro de leite na performance neuromuscular, no equilíbrio e na sua composição corporal de indivíduos idosos saudáveis.

2) Hipóteses do estudo

H_0 = a ingestão do suplemento de proteína de soro de leite combinado com a realização de um programa de exercício físico multicomponente não tem um resultado estatisticamente significativo no aumento de massa muscular, equilíbrio, função e na prevenção de quedas comparado com a realização somente de um programa de exercício físico em idosos saudáveis

H_a = a ingestão do suplemento de proteína de soro de leite combinado com a realização de um programa de exercício físico multicomponente melhora significativamente a massa muscular, equilíbrio, função e na prevenção de quedas comparado com a realização somente de um programa de exercício físico em idosos saudáveis

REVISÃO DA LITERATURA

1) ENVELHECIMENTO E SARCOPENIA

Atualmente, a existência de melhores serviços de saúde e o aumento da esperança média de vida, levou a que haja cada vez mais população idosa, tornando o envelhecimento um tópico deveras importante (Pego & Nunes, 2017).

Devido a esta melhoria nas condições de vida, a longevidade e esperança média de vida também observam um aumento, especialmente nos países mais desenvolvidos, como o caso de Portugal. Este facto não acarreta apenas benefícios, uma vez que tem sido observado um aumento concorrente de doenças crónicas e incapacidade, nomeadamente, a fragilidade (Cardoso et al., 2017).

A população idosa tem cada vez mais tendência a aumentar, espera-se que em 2060 haja o triplo da população com mais de 65 anos e em 2050 haja o triplo de população com 80 anos devido ao aumento do envelhecimento e este ser inevitável (Öhlin et al., 2021).

De acordo com os Censos (INE) 2021, a população existente em Portugal é de 10.344.802, dos quais 2.424.122 são idosos, o equivalente a cerca de 23,43% dos residentes, enquanto em 2011 esta faixa etária representava aproximadamente 19,03% com um total de 2.010.064 sobre 10.562.178, o que origina que o nosso país apresente uma pirâmide demográfica bastante envelhecida.

O envelhecimento caracteriza-se pela deterioração das células, responsáveis pelo aumento de doenças, originando em última instância a morte. No caso dos idosos, estes padecem de mobilidade reduzida, redução no equilíbrio, força, perda funcional e de performance neuromuscular (Romana Greco & D'Onofrio, 2021).

Durante o envelhecimento há diversos fatores que contribuem para o início da sarcopenia, entre estes estão o número de células satélite e a perda de atividade, a síntese proteica, a inflamação crónica, disfunção mitocondrial e aumento da infiltração de gordura (Barbiera et al., 2020).

A inflamação sistémica de baixo grau, perda de proteostase, disfunção mitocondrial e a redução do número e função das células satélite parecem ser os fatores principais na indução do desgaste muscular, que por sua vez, origina a sarcopenia. O sistema músculo-esquelético deteriora-se com o avançar da idade, os idosos evidenciam uma maior risco de doença articular degenerativa, perda de massa muscular (sarcopenia), diminuição da força muscular (dinapenia) e incapacidade funcional (Rezuş et al., 2020).

O envelhecimento é caracterizado por alterações fisiológicas e estruturais quer no corpo quer no cérebro. A perda de neurónios, especialmente na região do hipocampo, provoca alterações nas sinapses, podendo potenciar a doença de Alzheimer (Romana Greco & D'Onofrio, 2021).

Com o envelhecimento evidencia-se uma perda de massa muscular, devido a uma série de fatores como a obesidade e sedentarismo (Hamer & O'Donovan, 2017). A perda de massa muscular, de funcionalidade e de força denomina-se de sarcopenia (Barclay et al., 2019).

A sarcopenia começa a aparecer por volta dos 50 anos, entre os 60 e os 70 anos esta tem uma prevalência média de 5-13%, aumentando significativamente a partir dos 80 anos para 11-50%. Há que ter em conta que juntamente com o aparecimento da patologia após os 80 anos há uma diminuição da qualidade de vida, incapacidade física e acresce o risco de morbilidade e mortalidade (Rondanelli et al., 2021).

É importante salientar que nem sempre fraqueza é sinónimo de massa muscular reduzida e por sua vez apresentar-se como um indivíduo sarcopénico, é essencial observar se há uma perda de peso relevante combinada com uma redução da força muscular, isso sim é a característica que apresenta um maior risco (Hamer & O'Donovan, 2017).

A sarcopenia pode ser aumentada por diversos fatores tais como perda de motoneurónios, inatividade, alterações hormonais, inflamação crónica e desnutrição (Tanganelli et al., 2021).

Outro fator que pode contribuir para o aumento da sarcopenia e para a resistência à insulina é o aumento dos níveis de citocinas inflamatórias conhecidas como adipocinas e o aumento da adiposidade, principalmente o tecido visceral adiposo (Lutz & Quinn, 2012).

2) FISIOPATOLOGIA NO ENVELHECIMENTO

Com o envelhecimento surgem uma série de alterações ao nível fisiológico, nomeadamente ao nível do miócito e o fenótipo. O tecido muscular altera-se reduzindo a velocidade de contração muscular, havendo uma diminuição das fibras rápidas (tipo II) e um aumento na concentração de fibras lentas (Scarpa, 2018).

A forma de distinguir este tipo de fibras é através da cadeia de miosina, como os seus nomes implicam, as fibras de contração lenta produzem menos força e contraem-se a taxas mais lentas do que as fibras de contração rápida (Cheng et al., 2022).

Os biomarcadores do envelhecimento são extremamente importantes para acompanhar o mesmo, processos patogénicos e possíveis estratégias de antienvelhecimento. Estes são divididos em três categorias, os principais biomarcadores do envelhecimento são a instabilidade genómica, o atrito dos telómeros, as alterações epigenéticas e a perda de proteostasia, estas são as principais causas do dano molecular. Os marcadores antagónicos são a desregulação dos sensores de nutrientes, disfunção mitocondrial e senescência celular, que medeiam efeitos benéficos quando expressos em pequenas quantidades, protegendo o corpo do envelhecimento e finalmente os biomarcadores integradores que quando a acumulação de danos não pode ser reparada por mecanismos homeostáticos, tais como o esgotamento das células estaminais e a comunicação intercelular prejudicada (López-Otín et al., 2013).

A autofagia é um processo catabólico através do qual as proteínas e organelos disfuncionais são degradados e reciclados. A atividade autofágica nos músculos diminui com o envelhecimento, resultando numa limpeza insuficiente e acumulação de resíduos intracelulares, tais como mitocôndrias danificadas (Wohlgemuth et al., 2010). Em regra, a autofagia é aceite como sendo um motivo intrínseco para combater a sarcopenia e determinar a longevidade (Hu et al., 2016).

Atualmente, a restrição calórica (RC) que é a diminuição da ingestão calórica sem originar malnutrição e o exercício físico (EF) foram identificados como

fatores bem sucedidos na prevenção ou atenuação da atividade autofágica relacionada com o aumento da idade. A autofagia encontra-se também envolvida na regulação da produção de mediadores inflamatórios sobre estímulos agudos (Barbiera et al., 2020).

Para além destas modificações fisiológicas, observamos também um “aumento de espécies reativas de oxigénio, danos no ácido desoxirribonucleico (ADN) e apoptose celular”, outro aspecto que tem relevância no processo de envelhecimento é o stress oxidativo, que devido à diminuição das hormonas sexuais e de um estilo de vida mais sedentário, torna-se mais alarmante visto estes aspetos exercerem efeitos catabólicos sobre o tecido músculo-esquelético podendo acelerar a sua perda ou até mesmo atrofia (Everson et al., 2012).

No seguimento deste aumento do stress oxidativo, outro aspecto relevante que afeta o fenómeno de envelhecimento é a inflamação crónica. Estudos revelam que a presença desta inflamação promove uma “perda de massa muscular, força e função” denominada como sarcopenia, visto que, “afetam tanto a degradação das proteínas musculares como a sua síntese através de várias vias de sinalização” (Dalle et al., 2017).

Com o envelhecimento, os “danos oxidativos resultam em morte celular, necrose e proliferação devido a danos no ADN”, que por sua vez origina a uma diminuição da massa muscular resultando na sarcopenia. Esta encontra-se diretamente associada com o desenvolvimento da idade e revela-se como escassa força muscular, diminuição na velocidade da marcha e fraco equilíbrio, estes aspetos são mais evidentes devido aos défices fisiológicos e funcionais que resultam no aumento da fragilidade e consequentemente, das quedas (Shah et al., 2021).

Cada vez mais estudos têm relatado que o EF adequado poderá induzir a autofagia ou otimizar o estado funcional da mesma, que como abordado anteriormente desempenha um papel fundamental na senescência celular e distrofia muscular (Liang et al., 2021).

A acumulação fisiológica e progressiva de células senescentes nos órgãos e tecidos que ocorre ao longo da vida, com a desaceleração e perda de função.

Os genes antagonistas pleiotrópicos são um grupo de genes que controlam a senescência celular, são cruciais na prevenção da degeneração pré-neoplásica, que é a remoção de células do ciclo celular, bem como nos mecanismos de protecção nos processos fisiológicos da senescência celular e das doenças relacionadas com a idade (Capurso et al., 2020).

Com o envelhecimento há um declínio da imunidade adaptativa e inata, conhecido como senescência imunológica. A IL-15 (interleucina 15) inibe a deposição de gordura e resistência à insulina, esta citocina é anabólica para o músculo esquelético e é necessária para o desenvolvimento e sobrevivência dos linfócitos *natural killer* (NK – assassinos naturais). A perda de músculo e baixo número de células *NK* preveem a mortalidade nos idosos (Lutz & Quinn, 2012).

Desta forma, uma dieta que prima o consumo de gordura e a obesidade estão associadas a um aumento dos macrófagos de tecido adiposo, que são responsáveis pela secreção da maior parte da IL-6 (interleucina 6) e *Tumour necrosis factor α* TNF- α (Fator de necrose tumoral alfa) produzida pelo tecido adiposo. Neste tecido residem também linfócitos T e NK (Lutz & Quinn, 2012).

Conforme aumenta a massa de tecido adiposo, a quantidade de adiponectina anti-inflamatória diminui e desta forma, diminuem as quantidades das moléculas pró-inflamatórias e a leptina, chemerina, resistina, TNF- α , IL-1, e IL-6 aumentam. Como o músculo esquelético é o maior órgão do corpo humano, sugere-se que o mesmo poderia ser um importante produtor de IL-15 com efeitos endócrinos em locais distantes. É relatado que os níveis de IL-15 aumentam imediatamente após o exercício aeróbico e resistido, propondo que a IL-15 é de facto libertada do tecido muscular (Lutz & Quinn, 2012).

Para além dos temas abordados anteriormente, a apoptose é outro interveniente que contribui para o aparecimento e progressão da sarcopenia. A apoptose e o processo de morte celular programada ocorre normalmente durante o desenvolvimento e envelhecimento como um mecanismo homeostático para manter as populações celulares nos tecidos (Dalle et al., 2017). São conhecidas como duas vias apoptóticas principais: uma via recetora da morte ou extrínseca e uma via mitocondrial ou intrínseca (Mancinelli et al., 2019).

Existem poucos dados sobre as causas moleculares da sarcopenia, que se concentram principalmente na inflamação, stress oxidativo, apoptose e metabolismo desigual das proteínas (Liang et al., 2021).

Ao longo do nosso crescimento, o conteúdo mineral ósseo encontra-se relacionado com a massa muscular e há vários estudos e evidências que indicam que a sarcopenia e a osteoporose possuem fatores fisiopatológicos semelhantes e mostram a correlação entre a fraca densidade mineral óssea e a sarcopenia (Greco et al., 2019).

Assim sendo, a sarcopenia é a patologia que mais contribui para a incapacidade e fragilidade com o envelhecimento e o principal fator em comum é a inflamação crónica associada com as mudanças na composição corporal, desequilíbrio hormonal e idade (Greco et al., 2019).

A fragilidade, algo comum com o envelhecimento, encontra-se muitas vezes relacionado com uma redução na qualidade de vida e na locomoção. Além disso, a diminuição da massa muscular relacionada com a alteração na composição corporal, bem como a infiltração de gordura e fibrose, as alterações nas inervações e o aumento da massa gorda contribuem para o aumento do risco cardiovascular (Greco et al., 2019).

A estrutura da célula e a sua componente nervosa também é alterada, desacelerando a síntese proteica originando uma atrofia na inervação motora, acarretando uma perda de axónios. Este processo faz com que haja uma perda no volume de fibras musculares, que como consequência provoca uma perda de força e desempenho (Scarpa, 2018).

Resumindo a fisiologia do envelhecimento, o músculo esquelético é composto por fibras musculares designadas para a produção de força e movimento, estas contêm múltiplos núcleos, mitocôndrias e sarcómeros, que estão rodeados pelo endomísio. As células satélite são células progenitoras que residem entre o endomísio e o sarcolema, as fibras musculares estão dispostas juntas em paralelo e formam o fascículo muscular que é encapsulado por um perimísio (Naranjo et al., 2017).

A unidade motora (UM) é innervada por um único motoneurónio, as estruturas que estão envolvidas nesta UM são compostas por duas componentes: neural e muscular. O neural contém o fuso muscular, a UM propriamente dita, o órgão tendinoso de Golgi e a junção neuromuscular, enquanto o muscular contém o músculo, sarcómero, o sistema T e o retículo sarcoplasmático (Naranjo et al., 2017).

O sistema nervoso central (SNC) possui neurónios motores que controlam o músculo esquelético, estes neurónios dispõem de axónios que se estendem do SNC até aos músculos com os quais se conectam e se innervam. Estes axónios motores individuais ramificam-se dentro do músculo para sinapse com diferentes fibras numa vasta área, o que ajuda a uma distribuição uniforme da força contrátil (Naranjo et al., 2017)

Mutações e eliminações de ADN mitocondrial (mtADN) são aumentadas em fibras do músculo esquelético envelhecido, e estas mutações são mais frequentes nos músculos propensos à sarcopenia. Os níveis de testosterona diminuem com a idade tanto nos homens como nas mulheres, e este declínio está associado à diminuição da massa muscular e da força, especialmente nos homens (Naranjo et al., 2017)

A testosterona é a principal hormona anabólica para a síntese de proteínas no músculo esquelético e tem demonstrado promover a regeneração muscular através da activação de células satélites. A identificação do papel das citocinas e das pequenas moléculas, do metabolismo celular e das alterações endócrinas tem ajudado a ganhar melhor compreensão da causa e progressão da sarcopenia (Naranjo et al., 2017).

As causas da sarcopenia a nível hormonal não passam só pela testosterona mas também pela diminuição dos níveis de grelina que faz com que haja uma diminuição do apetite que por sua vez origina a uma fraca ingestão de proteína e diminuição da atividade física. Há uma perda de testosterona, estrogénio, desidroepiandrosterona (DHEA), hormona de crescimento (GH) e o fator de crescimento semelhante à insulina tipo I (IGF-1). Por sua vez, aumenta o nível de cortisol, hormona adrenocorticotrófica (ACTH) e a hormona paratiroideia ou

paratormona (PTH), a sarcopenia apresenta uma maior resistência à insulina e uma diminuição da vitamina D (Vitale et al., 2016).

O declínio da função corporal devido ao envelhecimento estão associados à perda de proteostase (homeostase proteica). Há três fatores responsáveis pela acumulação de danos celulares: em primeiro lugar, espécies de oxigénio reativo excessivo como causa de danos oxidativos, em segundo lugar metabolitos nutricionais que interagem com este oxigénio reativo excessivo e em terceiro e último lugar erro no processo molecular, como duplicação, transcrição e tradução de ADN (Kirana et al., 2021).

A geração de espécies de oxigénio reativo mitocondrial é aumentada no músculo esquelético durante o envelhecimento e é associada a uma deficiência da função mitocondrial e a danos oxidativos (Naranjo et al., 2017).

As células estaminais presentes no músculo esquelético facilitam a reparação e regeneração muscular depois dos "danos" que ocorrem com os estímulos fisiológicos: exercício, micro lesões pós-treino e estimulação eléctrica. O músculo esquelético apresenta diferentes tipos de fibras, agrupadas em lentas ou oxidativas (tipo I) ou rápidas ou glicolíticas (tipo IIA, B ou X), com o envelhecimento há uma perda na quantidade de fibras rápidas/glicolíticas (Jurdana, 2018).

As modificações ao nível do músculo esquelético são a redução do tamanho das fibras musculares, perda de fibras tipo II, denervação e desacoplamento da reinervação e excitação-contração. Estas fibras (tipo II) estão mais propensas a atrofiar durante o envelhecimento do que as fibras tipo I (Kirana et al., 2021).

Há estudos recentes que identificam que não só a disfunção metabólica mitocondrial como também a dinâmica mitocondrial e absorção de cálcio (Ca) mitocondrial poderiam estar associados à degeneração de massa muscular esquelética. A homeostase mitocondrial influencia a qualidade muscular que, por sua vez, poderia desempenhar um papel desencadeante na sinalização do envelhecimento sistémico (Campo et al., 2016).

Há ainda mais estudos que revelam que os RNAs não codificadores (molécula que não é traduzida em proteína), incluindo os microRNAs (miRNAs) e os RNAs longos não codificadores (lncRNAs), desempenham um papel fundamental na fisiologia do músculo esquelético, aliás alterações nos níveis de expressão dos miRNAs contribuem para a atrofia muscular e a sarcopenia, regulando várias vias de sinalização (Lee & Kang, 2022). Uma vez que os RNAs não codificadores têm grande potencial como biomarcadores ou alvos terapêuticos para a sarcopenia, são necessários mais estudos para elucidar os mecanismos moleculares subjacentes à sarcopenia relacionada com o envelhecimento mediada por RNAs não codificadores, bem como os de mitigação da sarcopenia através do exercício (Lee & Kang, 2022).

Os 3 receptores de nutrientes seguintes, mais ligados e conectados, são também objecto de estudo terapêutico: A *adenosine monophosphate-activated protein kinase* (AMPK - adenosina monofosfato activada por proteína quinase) identifica estados de baixa energia por quantidades elevadas de *adenosine monophosphate* (AMP - adenosina monofosfato), as sirtuínas sentem níveis baixos de energia por níveis elevados de NAD⁺, e o *mammalian Target Of Rapamycin* (mTOR - alvo da rapamicina em mamíferos) responde a quantidades elevadas de aminoácidos (Houtkooper et al., 2010).

O mTOR controla o desenvolvimento e a proliferação celular, o que está fortemente relacionado com a longevidade das células e organismos (Kirana et al., 2021). Já que tanto o exercício físico como a suplementação proteica são sugeridos como induzir hipertrofia muscular, ou seja, aumento de massa muscular estimulando a via de sinalização mTORC1, parece haver efeitos positivos, em adultos, nesta junção. Porém não houve superioridade do exercício de resistência com a junção do suplemento proteico em comparação com o exercício de resistência como um só, nos idosos (Dalle et al., 2017).

A perda de massa muscular na terceira idade não só provoca alterações agudas no equilíbrio proteico líquido muscular diário mas também na resistência à insulina, dificuldade na digestão de proteínas e absorção de aminoácidos que reduzem a estimulação da síntese proteica muscular nos idosos (Capurso et al., 2020).

O envelhecimento do músculo esquelético é um processo multifatorial estritamente relacionado com a fraqueza progressiva, um dos resultados que foram focados foi a modificação do fenótipo da fibra e a sua perda (Mancinelli et al., 2019).

Embora a diminuição da massa muscular esquelética seja significativa, não é totalmente responsável pela redução da força muscular ou do desempenho físico. As alterações relacionadas com a idade na qualidade e estrutura muscular (tais como a invasão do músculo esquelético pela gordura e tecido conjuntivo), função neuromuscular, perfusão sanguínea e fornecimento de oxigénio aos tecidos, e/ou função mitocondrial têm todas um impacto na força muscular e desempenho (Shoemaker et al., 2022).

3) SAÚDE ORAL E GASTROINTESTINAL

Com o envelhecimento há uma redução com muita frequência do consumo de alimentos com proteína animal devido à sua dificuldade em mastigar o alimento devido ao edentulismo (perda natural dos dentes) e à redução da percepção do gosto e olfato devido à polifarmácia (uso excessivo de medicação, toma de 4 ou mais medicamentos). Outro fator como a resistência à insulina ou alteração da digestão da proteína e absorção de aminoácidos inibem a estimulação da síntese de proteínas musculares nos idosos, mesmo quando a ingestão de proteínas na dieta é a adequada (Capurso et al., 2020).

A dentição é fundamental no ser humano e tem tendência a ser danificada ao longo dos anos, os dentes estão dependentes de mudanças patológicas e físicas e a prevalência de patologias associadas com a dentição tende a aumentar com a idade (Gavinha et al., 2020). As cáries são a doença crônica mais prevalente em todo o mundo especialmente na terceira idade, este problema é devido muitas vezes a “fracos hábitos de higiene oral durante a vida, diminuição da qualidade e quantidade de saliva e fatores socioeconômicos” (Gavinha et al., 2020).

Sem dúvida que a perda dentária pode ser um fator importante nas mudanças na nutrição, diversos estudos têm colocado a hipótese de que a perda dos dentes está relacionada com os distúrbios nutricionais da obesidade e do peso corporal magro (Yoshida & Tsuga, 2020).

A falta de dentes prejudica a mastigação de alimentos que por sua vez acarreta problemas ao nível nutricional, nomeadamente na ingestão de alimentos mais rijos por ser difícil de dissolver. Esta discrepância a nível alimentar pode levar à desnutrição ou obesidade (Gavinha et al., 2020).

Outro fator fulcral em ter em consideração com o avançar da idade são as dentaduras e a sua qualidade. Embora não tenha quase efeito na ingestão de alimentos e nutrientes, a instrução dietética após o tratamento da dentadura é relatada como sendo essencial. Alguns autores sugerem que os implantes não

são uma melhor opção na alimentação do que as dentaduras convencionais (Yoshida & Tsuga, 2020).

Em sujeitos idosos, observa-se uma redução significativa do aporte energético, consequente falta de apetite e uma redução significativa no consumo de alimentos com proteínas, a estes aspetos dá-se o nome de “anorexia do envelhecimento” (Capurso et al., 2020).

A presbifagia é caracterizada pelas modificações nas características da deglutição, podendo desencadear disfagia no idoso, prejudicando o processo de alimentação (Cavallero et al., 2020).

A disfagia orofaríngea é caracterizada por uma sensação de dificuldade em mastigar alimentos ou início de deglutição causando alterações que afetam o mecanismo neuromuscular que coordena a língua, faringe e esófago. No caso da disfagia esofágica, esta consiste na dificuldade na passagem do alimento pelo esófago (Dumic et al., 2019).

Esta ação de engolir é essencial na vida do idoso pois leva a comida, saliva e medicação, da boca em direção ao estômago e divide-se em três fases: “oral, faríngea e esofágica” (Cavallero et al., 2020). O ato combinado dos dentes, língua e saliva levam à transformação dos alimentos ingeridos num bolo alimentar pronto a ser engolido (Agrawal et al., 1998). Além do mais, a incorporação de enzimas presentes na saliva, como a α -amilas possibilitam uma maior degradação dos alimentos de forma a facilitar a digestão gastro-intestinal (Assad-Bustillos et al., 2022).

Outro efeito causado pelo envelhecimento é a hipossalivação que é causada maioritariamente por doenças sistémicas e tratamento médicos. Contudo, hoje em dia é aceite que o fluxo salivar tende a diminuir naturalmente com o aumento da idade (Assad-Bustillos et al., 2022).

Verifica-se que a presbifagia é a segunda doença mais observada na geriatria. Uma diminuição na ingestão, um prolongar na mastigação, uma capacidade reduzida de ingerir alimentos sólidos e líquidos na boca e uma deglutição mais

lenta são os efeitos mais verificados nas alterações sarcopénicas nos músculos orofaríngeos (Mahalingam & Vijay Kumar, 2019).

Os purés e os semi sólidos são os produtos eleitos da terceira idade. Os alimentos líquidos, quer finos ou espessos, aumentam o risco de aspiração e os sólidos são difíceis de mastigar devido à falta de dentes e por sua vez difíceis de engolir (Mahalingam & Vijay Kumar, 2019).

A sarcopenia tem sido apresentada como “um possível acelerador do declínio da função mastigatória”. Como abordado anteriormente, esta tem sido também retratada como causadora de disfagia sarcopénica, isto resulta numa diminuição da função mastigatória e implica a perda da função dos músculos periorais, nomeadamente dos músculos mastigatórios (Ikebuchi et al., 2021).

4) FRAGILIDADE E RISCO DE QUEDAS

A sarcopenia está muitas das vezes relacionada com um aumento de quedas, idosos com igual ou mais de 65 anos caem normalmente uma vez por ano e dessas pessoas que caem, 30% tem probabilidade de cair outra vez (Ang et al., 2020). Este aumento do risco de quedas deve-se a vários fatores, tais como falta de equilíbrio e dificuldade na locomoção/ marcha, à toma de certos medicamentos para diversas patologias, falta de visão e fraqueza muscular, algumas causas ambientais como chuva, tornando o piso mais escorregadio e calçado inadequado (Ang et al., 2020).

Com a sarcopenia há uma deterioração muscular, aumentando a taxa de quedas e uma maior admissão ao hospital (Beaudart et al., 2014). Para além de ser crucial para a mobilidade, o músculo esquelético é também crucial para o metabolismo. A sarcopenia prejudica a capacidade do músculo de reagir rápida e eficazmente a estímulos externos à medida que a massa muscular, a força e a função se deterioram (Shoemaker et al., 2022).

A sarcopenia é caracterizada por um risco aumentado de quedas e como consequência pode levar à ocorrência de fraturas. O envelhecimento, a deficiência de estrogénio, o baixo nível de vitamina D ou baixa ingestão de cálcio podem diminuir os valores que mantêm a densidade óssea e a força (Tanganelli et al., 2021).

A velocidade da marcha é um excelente *outcome* de diagnóstico da sarcopenia, válido e fidedigno no que toca à avaliação de agentes patogénicos que possam comprometer a saúde dos idosos (Middleton et al., 2015).

As pessoas mais velhas estão mais propensas a sofrerem frequentemente quedas e lesões. Uma variedade de factores, incluindo disfunções nos sistemas neuromusculares, periféricos e neurológicos centrais, contribuem para as causas relacionadas com quedas nas pessoas mais velhas (Larsson et al., 2019).

A incidência de quedas entre a população idosa aumenta também devido a outros fatores de risco, tais como função cognitiva, medicação e problemas psicológicos. Um importante factor de risco de queda é a perda sensorial nos pés, que altera a biomecânica da marcha e afeta o equilíbrio (Reeves et al., 2021).

A perda muscular é um *outcome* comum e um preditor de quedas desfavorável no envelhecimento e na doença, quer ocorra por si só ou em conjunto com a sarcopenia ou a caquexia (Orsso et al., 2022).

A queda pode ser composta em duas partes: o início da queda e a capacidade de recuperar o equilíbrio perdido. A primeira é que a manutenção do equilíbrio postural é negativamente afetada por alterações relacionadas com o envelhecimento, a visão e função vestibular, o que aumenta a possibilidade de iniciar uma queda. Em segundo lugar, o envelhecimento prejudica a capacidade de recuperar de uma queda perigosa (Larsson et al., 2019).

Vários estudos afirmam a importância de caminhar visto estar relacionada com o aumento da longevidade e à redução de doenças relacionadas com a idade (Kimata et al., 2018).

A fragilidade com o envelhecimento é uma condição determinada por uma maior vulnerabilidade à fraca resolução da homeostase após um episódio de *stress*, o que por sua vez aumenta o risco de *outcomes* negativos, incluindo quedas (Capurso et al., 2020).

Este risco de quedas e aumento do mesmo é extremamente preocupante para a saúde dos idosos visto que pode resultar em fraturas, diminuição da mobilidade, lesões na cabeça, internamentos prematuros em casas de cuidados prolongados como lares e por fim a consequência mais grave, a morte (Ang et al., 2020).

Ang et al. (2020) mencionam que o ciclo da queda se baseia em primeiro lugar o medo de cair, seguidamente uma diminuição nas atividades do quotidiano, uma

redução na força muscular e equilíbrio, uma diminuição na função motora e por fim dá-se a queda.

Após uma queda, é fulcral analisar o que levou à queda e tentar evitar uma próxima, por exemplo se foi devido a uma diminuição da força muscular e equilíbrio devemos estimular o idoso com a realização de exercício físico (Ang et al., 2020).

Se a queda ocorreu no domicílio com perigos proeminentes tais como fraca iluminação, escadas, tapetes sem aderência, falta de corrimões e pisos escorregadios que contribuem para as quedas em casa, devem ser feitos alguns ajustes de forma a evitar os mesmos. Para os idosos que caíram pensa-se que estes beneficiarão de alguns acessórios como um andarilho ou uma bengala na ajuda da locomoção (Ang et al., 2020).

Por fim, outro fator que pode influenciar negativamente para o risco de quedas é o calçado visto que os nossos pés mudam à medida que envelhecemos, desta forma é essencial termos um calçado personalizado visto que os joanetes, unhas grossas e calçado mal ajustado são a principal causa de bolhas e abrasão que causam desconforto e dor que por sua vez levam ao aumento do risco de quedas (Ang et al., 2020).

Estudos revelam que há uma relação estatisticamente significativa entre o exercício físico e a sarcopenia, realçam o facto de o exercício físico prevenir a sarcopenia entre outras doenças como diabetes, hipertensão, problemas cardiovasculares, osteoporose e doenças pulmonares (Greco et al., 2019). Efetivamente, a prática de exercício físico retarda ou evita mesmo a sarcopenia como melhora certos valores da composição corporal, tais como, o aumento da massa muscular, a diminuição de massa gorda e aumenta a força muscular e o equilíbrio (Greco et al., 2019).

As tarefas motoras gerais como a marcha e o tempo de reacção serão menos proficientes para os idosos. Vários factores de risco, tais como fraqueza muscular, problemas de equilíbrio e problemas de marcha, podem sugerir um aumento do risco de queda (Bech et al., 2022).

Um episódio de quedas foi correlacionado com a perda de peso e redução da força muscular (Cardon-Verbecq et al., 2017).

A marcha nórdica regular é uma excelente forma de preservação e manutenção da mobilidade e atrasa diversas patologias associadas à idade como a sarcopenia e a fragilidade, aumentando a longevidade na população idosa (Bashkireva et al., 2019).

Roh & Lee, (2019) mencionam que a realização de exercícios de estabilidade do olhar são benéficos para melhorar a função cognitiva bem como a capacidade de equilíbrio que afecta a qualidade de vida das pessoas idosas.

Os programas de treino devem, assim, enfatizar os exercícios focados no desenvolvimento de força e potência muscular visto estes estarem estritamente relacionados com o equilíbrio, a marcha e a prevenção de quedas, auxiliando numa melhoria na qualidade de vida (Rodrigues et al., 2022).

5) NUTRIÇÃO NO ENVELHECIMENTO

Outro aspecto fundamental no auxílio ao combate da sarcopenia é a dieta/alimentação, estudos demonstram que a mesma tem um papel fulcral na prevenção e combate à sarcopenia. Desta forma, os nutrientes que se encontram mais relacionados com a prevenção e tratamento, evitando o desenvolvimento negativo da patologia e da fragilidade, são a ingestão de alimentos com proteína e vitamina D (Greco et al., 2019).

As intervenções nutricionais mais relevantes e com evidência científica que aumentam a massa muscular e a performance física são a suplementação com proteína de soro de leite, aminoácidos (leucina) e vitamina D (Papadopoulou et al., 2021).

Em idosos com deficiência nos níveis de vitamina D, observou-se uma melhoria nestes valores aquando da adição de vitamina D em forma de suplementação e verificou-se um aumento na força muscular e consequentemente uma redução nas quedas e nas fraturas (Naranjo et al., 2017).

A deficiência de vitamina D está associada a uma pior performance muscular e estado funcional (Sohl et al., 2013). Por outro lado a suplementação de vitamina D como relatado no parágrafo acima, melhora a força muscular (Beaudart et al., 2014).

A combinação de suplementação de aminoácidos e proteínas, leucina e metabolitos e vitamina D associados à realização de exercício físico de resistência contribuem para a diminuição do catabolismo induzido pelo sedentarismo, imobilidade e pelas doenças crónicas e inflamatórias (Tieland et al., 2012).

A redução do consumo alimentar leva também, por sua vez, à falta de micronutrientes, auxiliando no aumento da fragilidade. Abundantemente, verifica-se baixos valores de cálcio e vitamina D nos indivíduos idosos, devido a uma insuficiente ingestão alimentar e uma exposição solar precária. Esta deficiência na vitamina D e no cálcio dificulta a reabsorção óssea (Capurso et al., 2020).

Estudos demonstraram que a suplementação de vitamina D, de preferência juntamente com cálcio (Ca^{2+}), aumenta a densidade mineral óssea e diminui o risco de fraturas osteoporóticas em idosos (Dalle et al., 2017).

Outro tipo de suplemento que ajuda são os ácidos gordos ômega 3, atenuam a inflamação e a perda de massa muscular, previnem a resistência à insulina e melhoram os lípidos plasmáticos, que tem um potencial impacto no envelhecimento e por sua vez, na sarcopenia (Stella et al., 2018).

Outro fator relevante são os baixos níveis de leucina no sangue (aminoácido que sintetiza proteínas porém não é produzido pelo nosso corpo) associados a valores mais baixos do índice do músculo esquelético, força de preensão e desempenho (Rondanelli et al., 2021).

Outros estudos relatam que o enriquecimento dietético com leucina pode aumentar a massa e função musculares (Dent et al., 2018).

A ingestão de suplementação com elevado teor de “*whey protein*” (proteína com alto valor biológico e de fácil preparação), enriquecido com leucina resultou numa maior taxa de síntese proteica muscular em idosos saudáveis (Luiking et al., 2014).

Alguns estudos referem que a leucina pode alterar o conteúdo mitocondrial enquanto o treino de resistência é o estímulo para contrariar a sarcopenia. De facto, a suplementação com leucina em conjunto com a prática de treino de resistência aumenta o conteúdo mitocondrial, porém ainda há escassez de literatura neste âmbito (Jacob et al., 2021).

A quantidade de estudos até aos dias de hoje sobre o assunto ainda é escasso, porém parece haver um papel relevante da suplementação proteica no combate à fragilidade e tudo indica que a suplementação com 30g de proteína diária é benéfica na prevenção da fragilidade. Contudo, é necessário haver um controlo e um acompanhamento individual de forma a não exceder a quantidade de proteína recomendada, havendo uma sobredosagem, prejudicial para a saúde dos idosos (Greco et al., 2019).

Na alimentação de um indivíduo, quando este ingere a proteína a hidrólise enzimática gera um excesso de aminoácidos pós-prandial (hiperaminoacidemia) que resulta na estimulação da síntese de proteínas, ou seja, anabolismo. Durante os períodos de jejum, a falta de aminoácidos (hipoaminoacidemia) resulta numa estimulação reduzida da síntese proteica e a degradação proteica é elevada, gerando o catabolismo (Assad-Bustillos et al., 2022).

Nos estudos mais recentes, os investigadores mostraram que a suplementação de proteína de soro de leite ao pequeno-almoço pode melhorar a massa muscular em mulheres mais velhas que não consomem proteína suficiente pela manhã (Kim et al., 2021).

Mais artigos mencionam este mesmo aspecto, que efetivamente as soluções para o combate da sarcopenia passam pela junção do exercício físico com uma intervenção nutricional, dentro desta intervenção, a suplementação proteica é a única que se encontra bem fundamentada como ser eficaz na prevenção e tratamento da doença (Hernández Morante et al., 2019).

Para pessoas idosas com uma idade superior a 65 anos é altamente recomendado uma dieta rica em alimentos com proteína, de acordo com estimativas, 38% dos homens adultos e 41% das mulheres adultas consomem menos proteínas do que é aconselhado por dia (Baum et al., 2016).

Para indivíduos mais velhos (> 80 anos), a quantidade de proteína de alta qualidade necessária para produzir uma resposta anabólica quase máxima é de cerca de 35 gramas por refeição, o que se traduz em 1,2 gramas de proteína por quilograma por dia ou 96 gramas por dia em média para um sujeito com mais de 80 anos (Baum et al., 2016).

Estudos observacionais e de curto prazo sugerem que comer três refeições principais com um mínimo de 5-6 gramas de leucina por refeição, ou pelo menos 0,6 gramas de proteína por quilograma, é benéfico (Rogeri et al., 2022).

Investigadores descobriram que 40 g de ingestão de proteína de soro de leite melhoraram a síntese proteica do músculo miofibrilar em 91% após uma sessão de treino resistido, mas 20 g de proteína de soro de leite mostraram apenas um aumento de 44% em relação aos níveis basais (Rogeri et al., 2022).

Uma das lacunas do mercado é o facto dos suplementos proteicos atuais serem pouco apelativos, são caracterizados por serem bebidas espessas que originam fadiga gustativa ao longo do tempo de toma. Atualmente, não há muita variedade de escolha, a maioria dos suplementos existentes encontra-se num contexto médico e são pouco atraentes do ponto de vista sensorial (Assad-Bustillos et al., 2022).

Curtis et al. (2022) mencionou que após efetuado o diagnóstico de sarcopenia ou fragilidade é recomendada a criação de um programa estruturado que combine a execução de exercício físico ao nível do aumento da resistência e exercício que melhore o equilíbrio e a mobilidade em conjunto com uma dieta rica em proteína de forma a otimizar a energia com o objetivo de corrigir os baixos níveis de massa muscular.

Assim sendo, as recomendações para o tratamento da sarcopenia consistem numa prática de exercício físico, maioritariamente resistido, porém combinado com aeróbico tem um maior resultado e uma suplementação proteica ou uma dieta privilegiando alimentos ricos em proteína (Greco et al., 2019).

6) EXERCÍCIO FÍSICO COM O ENVELHECIMENTO

Com o aumento do envelhecimento devemos tentar promover ao máximo um aumento na qualidade de vida, privilegiando a realização de exercício físico e uma dieta adequada com o objetivo de aumentar o nível de massa magra, melhorar a força e a velocidade da marcha, sendo fulcral a adição de suplementação se assim for benéfico ao idoso (Shah et al., 2021).

De modo a prevenir e tratar a sarcopenia, atuam de forma sinérgica, o exercício físico e a intervenção nutricional, aspetos essenciais no combate à doença. Aliás, o exercício físico pode de igual forma regular a função imunitária e o sistema cardiovascular e, conseqüentemente, deverá ser visto como uma ferramenta fulcral nas estratégias terapêuticas no tratamento da sarcopenia (Greco et al., 2019)

O exercício aeróbio tem sido deveras sugerido como uma estratégia relevante para o combate à sarcopenia, não esquecendo de referir os seus efeitos positivos na aptidão cardiovascular e na resistência aeróbia, este é um potente indutor do tamanho e força muscular (Dalle et al., 2017).

Estudos revelam que a realização de exercício de baixa carga e alta resistência ao esforço para melhorar o recrutamento de unidades motoras e, por sua vez, fibras musculares. Em conjunto, estes estudos salientam a importância da realização de exercício mesmo durante breves períodos de inatividade física para preservar a sensibilidade anabólica e insulínica e, também a massa muscular (Bowden Davies et al., 2019).

No que diz respeito ao exercício físico devemos ter em conta que cada idoso é um idoso, devemos incitar a uma abordagem individualizada privilegiando o uso da calistenia (peso corporal) e de equipamento que estimule o treino de grandes grupos musculares (exercício poliarticulares) com o uso de máquinas de resistência externa, desta forma há um maior estímulo neural, metabólico e endócrino (Rodrigues et al., 2022).

Barclay et al. (2019), mencionaram que a realização de exercício físico, nomeadamente treino resistido em conjunto com uma dieta rica em proteínas

tinham a capacidade de restaurar a sensibilidade anabólica da síntese de proteínas musculares.

No entanto, o exercício resistido tem sido o mais referido e aceite como abordagem mais eficaz na indução da hipertrofia muscular, tanto em adultos jovens como idosos (Dalle et al., 2017).

Os sujeitos que realizam um treino resistido aumentam não só a força muscular isométrica, como a velocidade de marcha (Cheng et al., 2022).

A realização de exercício físico, maioritariamente, treino resistido melhora os níveis de massa muscular, a força e aumentam a capacidade de desempenho tanto em jovens como em idosos (Jurdana, 2018).

Em ambos os momentos, incluindo seis meses após a intervenção, o treino resistido da banda elástica aumentou a massa muscular esquelética total e melhorou a qualidade muscular e a capacidade física. Isto proporciona uma opção para uma terapia segura e eficiente da obesidade sarcopénica em mulheres mais velhas (Cheng et al., 2022). Outro estudo mostrou que um programa de exercícios de fortalecimento escapular utilizando a banda elástica melhorou o equilíbrio e a qualidade de vida das pessoas idosas (Ha & Sung, 2021).

Desta forma, o exercício físico tem sido utilizado com sucesso para aumentar a massa e melhorar a função muscular, mesmo em pessoas idosas. As melhores formas de combater a sarcopenia envelhecida têm sido demonstradas como uma boa dieta e exercício (Jurdana, 2018).

Em suma, as intervenções clássicas como a suplementação proteica e o exercício resistido são geralmente aceites como sendo as mais adequadas para combater a sarcopenia (Dalle et al., 2017).

O exercício físico é o estimulante anabólico necessário no combate à sarcopenia. As directrizes nacionais sugerem visivelmente o exercício combinado, ou seja, treino aeróbio e resistido como elementos críticos para uma prescrição de treino adequada (Cheng et al., 2022).

De acordo com os Centros de Controlo e Prevenção de Doenças, o treino semanal aeróbio conjugado com o de força, como caminhar, correr, ou andar de bicicleta é essencial para um envelhecimento saudável em todos os indivíduos com idade superior a 65 anos. O treino de força pode aumentar a capacidade metabólica do músculo esquelético, reduzir os efeitos do envelhecimento na capacidade funcional, manter a densidade óssea e, a característica fundamental, ajudar as pessoas a manter uma maior qualidade de vida e independência.

Desta forma, o exercício combinado tem diversos benefícios, nomeadamente, no que diz respeito ao exercício aeróbio, há uma melhoria na regulação metabólica, função cardiovascular e mitocondrial, diminuição da expressão de genes catabólicos e o aumento da síntese proteica muscular. O exercício resistido tem um maior impacto ao nível muscular, visto que previne o desperdício do mesmo estimulando a hipertrofia e aumentando a força através da regulação do equilíbrio do metabolismo proteico (Greco et al., 2019).

Apesar da realização destes dois tipos de exercício ser benéfica quando efetuada em separado, estudos comprovam que há vantagens acrescidas aquando da sua realização em conjunto, tanto aeróbio como resistido visto ser mais eficaz na prevenção e tratamento dos potenciais mecanismos moleculares da sarcopenia (Greco et al., 2019). O treino combinado demonstrou melhorar a capacidade de equilíbrio e aumentar a velocidade de marcha no desempenho real (Leem et al., 2019).

Desta forma, a literatura mostra que é recomendado a realização de exercícios poliarticulares e posteriormente monoarticulares, seguindo os princípios de treino como a progressão e a periodização (Rodrigues et al., 2022).

As diretrizes do *American College of Sports Medicine* (ACSM) recomendam para o treino aeróbio uma frequência de 3 dias por semana para intensidade vigorosa e 3 a 5 dias para uma combinação de intensidade moderada e vigorosa, numa escala de perceção subjetiva de esforço (PSE), para uma intensidade moderada deve ser um intervalo entre 5-6 e para vigorosa uma escala de 7-8, em termos de duração as diretrizes aconselham entre 30 a 60 minutos de exercício de

intensidade moderada ou 20 a 30 minutos de uma intensidade vigorosa ou uma combinação dos dois.

No que diz respeito ao treino resistido o ACSM aconselha a realização de exercício 2 vezes por semana, com uma intensidade leve (40 a 50% de 1RM) e moderada (60 a 80% de 1RM) numa escala de PSE 5-6 para intensidade moderada e 7 a 8 para vigorosa com a realização de 8 a 10 exercícios, 1 a 3 séries de 8 a 12 repetições cada.

A *World Health Organization* (WHO – Organização Mundial de Saúde) recomenda que os idosos devem realizar pelo menos 150 a 300 minutos de atividade física aeróbia de intensidade moderada 75 a 150 minutos de atividade física aeróbia de intensidade vigorosa ou uma combinação das duas por semana. Para mais benefícios aconselha também a que este público alvo realize pelo menos 2 vezes por semana atividades de fortalecimento muscular (treino resistido) de intensidade moderada a vigorosa ou 3 vezes por semana atividades físicas multicomponentes que devem prioridade a exercícios que estimulem o equilíbrio funcional e o treino de força de forma a aumentar a capacidade funcional e diminuir o risco de quedas.

Devemos ter em mente que realizar alguma atividade, mesmo que seja de baixa intensidade é melhor do que não fazer nenhuma atividade de todo, estas são vantagens que se sobrepõem a qualquer medicamento, podendo assim dizer que “*Exercise is Medicine*” (O exercício é medicamento) (Cheng et al., 2022).

Métodos

1) Desenho de estudo

O desenho do estudo foi experimental, uma vez que tive um grupo de controlo e outro experimental, onde os participantes foram alocados de forma completamente aleatória.

2) Amostra

Foram recrutados indivíduos idosos saudáveis com idade igual ou superior a 65 anos da região do Grande Porto, que eram participantes no “Clube Maia Senior” promovido pela Câmara Municipal da Maia. Aos potenciais participantes foram aplicados os seguintes critérios de exclusão, por forma a chegarmos à amostra final: 1) *Mini Mental State Examination (MMSE) Score* <24; 2) uso sedativo (antidepressivos, ansiolíticos e antipsicóticos); 3) não ambulatorial; 4) desordem neurológica; 5) *Center for Epidemiological Studies-Depression (CESD) Score* >16; e por fim, 6) índice de massa corporal >30. Este estudo obteve aprovação do Comité de Ética institucional da Universidade da Maia e todos os participantes deram o seu consentimento assinado antes do início do mesmo, em conformidade com as normas estabelecidas pela Declaração de Helsínquia de 1975, revista em 2013.

3) Procedimentos

A recolha de dados (testes) foram conduzidos em duas sessões idênticas separadas por 10 semanas das intervenções propostas (pré e pós intervenção) e tiveram a duração de aproximadamente 30 minutos por participante.

Os materiais usados para a avaliação da condição física foram, uma cadeira com encosto (aproximadamente 43 centímetros até ao assento), fitas métricas de plástico de aproximadamente 150 centímetros, Goniómetros de 18/32/50 centímetros, um cronómetro, um step, uma plataforma instável e uma balança de bioimpedância, uma balança que analisa a composição corporal, indicando a

quantidade aproximada de músculo, osso, gordura, adiposidade visceral e água e que tem placas de metal que conduzem um tipo fraco de corrente elétrica que atravessa todo o corpo, no caso deste estudo utilizamos a marca *Tanita BC-545N*.

Utilizamos também uma célula de carga portátil *Globus* (Globus, IT) e um dinamómetro digital da marca *Gripwise* (Gripwisetech, PT).

Nas sessões de avaliação foram recolhidas informações demográficas, como o peso e a altura, utilizados para o cálculo do índice de massa corporal (IMC). Para a análise de composição corporal realizada com o dispositivo de bioimpedância, também foram recolhidos dados de proporção de gordura e massa livre de gordura.

Em adição, foi realizada também uma bateria de testes de avaliação da mobilidade funcional de forma a observar o equilíbrio e o risco de quedas dos participantes. Efetuamos o mini-BESTEST (Teste de Sistemas de Avaliação de Mini Balanço), que avalia o equilíbrio dinâmico, a mobilidade funcional, e a marcha. Para além da pontuação obtida no mini-BEST, este teste também fornecerá dados sobre o tempo para completar o teste Time Up and Go – TUG em condições normais e com uma tarefa cognitiva concorrente (dual-task). De seguida realizamos o teste de quatro degraus quadrados (four square step test – FSST). Este é utilizado para avaliar a estabilidade dinâmica e a capacidade do participante de passar por cima de objectos baixos para a frente, para os lados e para trás. O tempo para completar o FSST foi utilizado como a pontuação para essa ferramenta na avaliação do risco de queda.

Efetuamos ainda o protocolo de esforço máximo onde os utentes efetuaram contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) em que usaram os músculos da anca para efetuaram abdução da anca (posição neutra) e extensão do joelho (90° de flexão). Os participantes realizaram um movimento de empurrar a célula de carga ancorada a um ponto fixo o mais forte e rapidamente possível por três séries de 5 segundos.

No caso da CIVM da preensão de mão, com o cotovelo a 90° de flexão, o teste foi efetuado com o dinamómetro digital também por três séries de 5 segundos.

Os testes de CIVM para avaliação do extensor do joelho e extensor da anca, permitiram a extração do pico de força e taxa de desenvolvimento de força (TDF). A TDF foi definida como o declive inicial mais acentuado da curva força-tempo, Por fim, o pico de força foi também normalizado para o peso corporal dos participantes.

Em segundo lugar, por fim, realizamos o protocolo de equilíbrio executamos dois testes clínicos de equilíbrio (Mini Best e FSST), onde realizamos diversas tarefas, desde manter os participantes de pé, com diferentes posições de pés, a dar passos em diferentes direções, realizamos também o TUG.

4) Intervenção

Todas as intervenções foram realizadas bissemanalmente, durante 10 semanas entre fevereiro e junho de 2022 e foram diferentes consoante o grupo atribuído. O grupo de controlo participou num programa de exercícios multimodais de base comunitária, nomeadamente aulas de *Tai-chi* enquanto o grupo experimental (suplementação proteica + exercício físico) foi submetido ao mesmo programa de exercício multimodal com a adição da ingestão de suplementos proteicos após as sessões de exercício.

Os suplementos proteicos de soro de leite foram calculados individualmente e fornecidos aos participantes de modo a acumular cerca de 20g de ingestão diária de proteína (duas vezes por semana, após as sessões de *Tai-chi*). Na distribuição do suplemento proteico foram reunidos 200 sacos individuais de plástico com 52,6g de pó por cada dose (dose recomendada para cada indivíduo), onde foram repartidos 20 sacos por participante.

5) Tratamento e análise de dados

As principais variáveis retiradas no que diz respeito às variáveis demográficas foram a idade, o peso, a altura, o IMC.

No que toca às variáveis de composição corporal foram recolhidos o perímetro geminal, a massa muscular e a massa magra.

No protocolo de esforço máximo observamos, para a extensão do joelho, abdução da anca e preensão manual, foram extraídos os valores de pico de força e taxa de desenvolvimento de força.

Por fim, nos protocolos de equilíbrio, nomeadamente MiniBest, FSST e TUG, averiguamos o equilíbrio, estabilidade dinâmica e a mobilidade funcional, nomeadamente a velocidade da marcha e a capacidade funcional.

6) Análise Estatística

Para a análise estatística foi usada o programa SPSS v.22.

Uma vez que o teste de Shapiro-Wilk mostrou que em pre, as variáveis demográficas (idade, peso, IMC, altura) tinham uma distribuição normal , as comparações entre grupos para estas variáveis foram realizadas com um T-Test de medidas independentes. Todas as ou o Linear Mixed Effects Models (LLM) foi utilizado para calcular as restantes comparações das variáveis principais, analisando os efeitos principais de grupo e sessão de teste e as interações grupo * sessão de teste.

O nível de significância foi fixado em $p < 0,05$.

Resultados

Neste estudo participaram 19 utentes, 11 no grupo controlo (Con) e 8 no grupo experimental (Exp), com duas fases de testes, pré e pós intervenção. Foram excluídos 3 utentes no decorrer do estudo, um por incumprimento na toma do suplemento proteico, outro por desistência e o último por falta de comparência na recolha de dados pós intervenção.

Das variáveis demográficas antes da intervenção (pré), diferenças entre os grupos foram apenas encontradas na idade, com o grupo Exp significativamente mais velho que o grupo de Con ($p < 0,05$, Tabela 1). Ambos os grupos apresentaram valores similares para as restantes variáveis demográficas ($p > 0,05$, Tabela 1).

Nesta intervenção observamos que houve diferenças estatisticamente significativas em três variáveis, nomeadamente na idade, no MiniBESTest e no TUG Dual Task, todos os resultados apresentaram um valor de $P < 0,05$.

Houve uma diferença estatisticamente significativa na idade, onde o grupo controlo apresentou uma idade ($71,18 \pm 4,12$), enquanto o grupo experimental ($77,75 \pm 4,60$), verificando-se um valor de $P = 0,004$.

No MiniBESTest o grupo controlo apresentou valores de ($23,64 \pm 0,5$) pré teste enquanto no pós teste teve um aumento estatisticamente significativo do score ($26,54 \pm 0,97$) verificando-se um valor de $P = 0,004$.

Por fim, o dual task TUG, quer o grupo controlo, quer o grupo experimental apresentaram melhorias pós teste em relação ao teste pré, os valores pré teste foram de ($8,17 \pm 0,37$), enquanto o pós teste teve uma diminuição estatisticamente significativa nos segundos ($6,60 \pm 0,25$), apresentando um valor de $P = 0,005$.

As restantes variáveis não mostraram diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,05$).

Tabela 1 - Características demográficas dos grupos de controlo (Con) e experimental (Exp)

	Con (n=11)	Exp (n=8)
<i>Idade</i>	71,18 ± 4,12	77,75 ± 4,60*
<i>Peso (kg)</i>	63,74 ± 7,35	66,31 ± 10,93
<i>Altura (m)</i>	1,58 ± 0,07	1,64 ± 0,08
<i>IMC</i>	25,4 ± 2,50	24,6 ± 2,84

Dados são apresentados como média ± erro padrão da média.

* representa diferenças significativas entre Con e Exp ($p < 0.05$).

No que diz respeito aos valores de percentagem de massa gorda no grupo controlo a média pré teste foi de $32,77 \pm 2,52$ enquanto no grupo experimental averiguamos os seguintes resultados $34,35 \pm 2,95$. Enquanto no pós teste observamos os seguintes resultados no grupo controlo $31,38 \pm 2,06$ e no grupo experimental $28,96 \pm 2,41$, observando-se uma diminuição (figura 1).

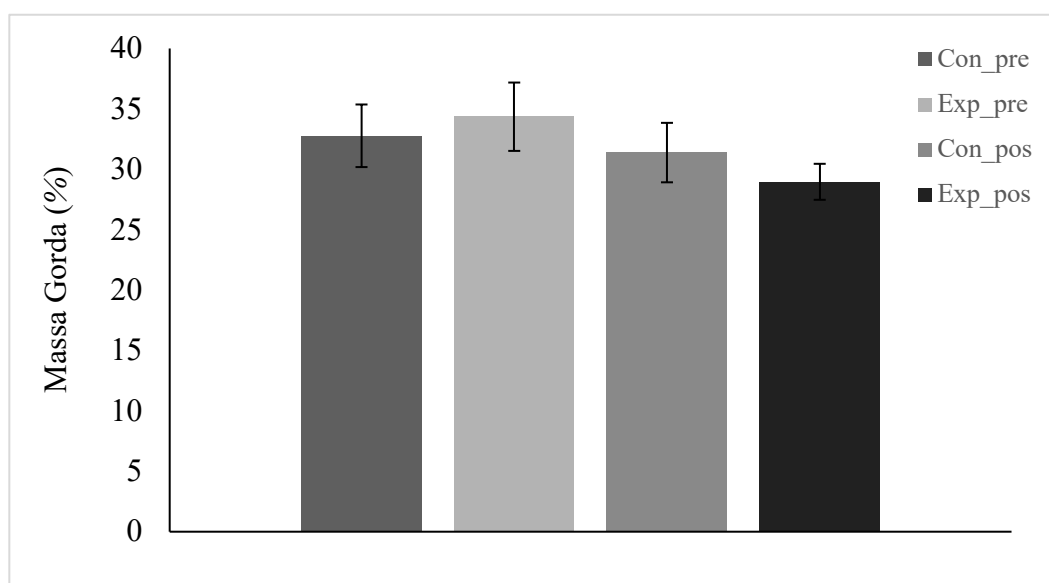


Figura 1 - Valores da massa (%) nos grupos controlo e experimental, pré e pós intervenção.

No que diz respeito aos níveis de massa muscular, pré teste o grupo controlo apresentou valores de $41,00 \pm 2,54$ e o grupo experimental $41,44 \pm 2,98$ enquanto no pós teste observamos o grupo controlo com $40,96 \pm 1,80$ e o grupo experimental com $44,50 \pm 2,11$ (figura 2).

Nos valores do perímetro geminal pré teste no grupo controlo vemos $0,37 \pm 0,01$ e no grupo experimental $0,36 \pm 0,01$ enquanto pós teste no grupo controlo observamos $0,36 \pm 0,01$ e no grupo experimental $0,36 \pm 0,01$ como observamos na figura 3.

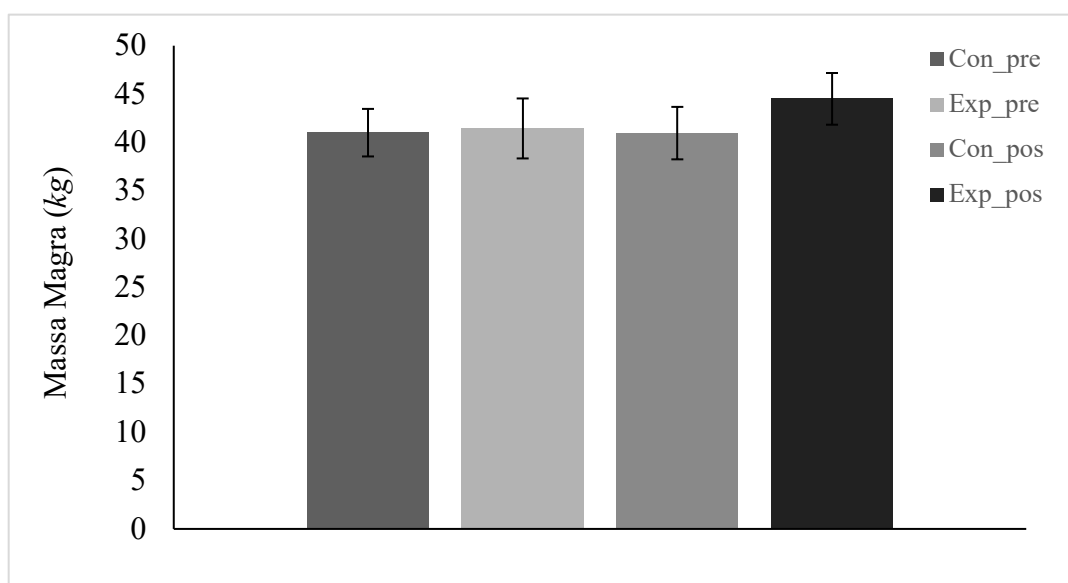


Figura 2 - Valores de massa magra em quilogramas (kg) nos grupos controlo e experimental, pré e pós intervenção

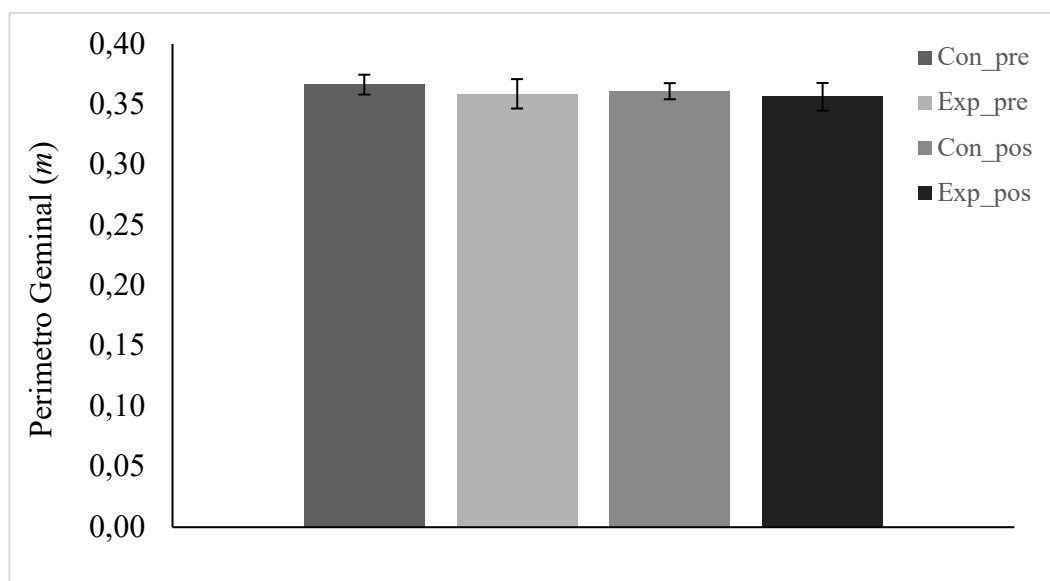


Figura 3 - Valores do perímetro geminal (m) nos grupos controlo e experimental, pré e pós intervenção

Quando observamos os resultados do teste de preensão manual facilmente verificamos que houve uma diminuição do pré para o pós intervenção. No teste pré o grupo controlo apresentou valores de $200,81 \pm 23,41$ e o grupo experimental $188,90 \pm 27,45$ e pós intervenção o grupo controlo apresentou $188,32 \pm 16,55$ e o grupo experimental $173,73 \pm 19,41$ como podemos observar na figura 4 abaixo retratada.

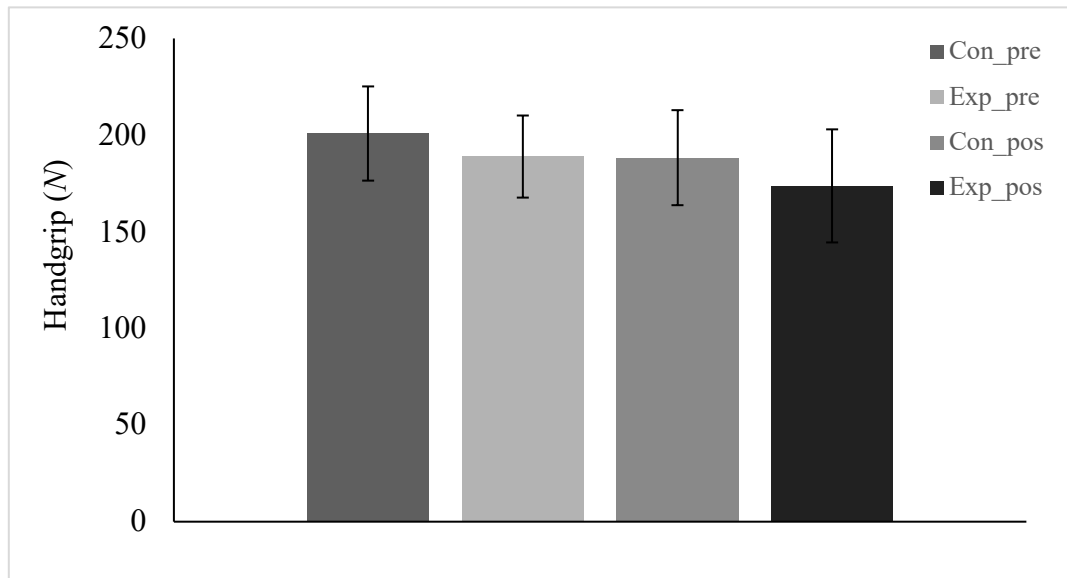


Figura 4 - Valores de força de preensão manual (N) nos grupos controlo e experimental, pré e pós intervenção.

Em termos de teste IMVC verificamos que no teste de abdução da anca, o grupo controlo apresentou melhores resultados que o grupo experimental, nomeadamente $96,58 \pm 11,05$ para $148,93 \pm 15,62$, enquanto o grupo experimental obteve $104,11 \pm 12,95$ e pós intervenção $102,15 \pm 18,32$.

Em termos de teste IMVC observamos que no teste extensão do joelho, o grupo controlo apresentou $133,24 \pm 21,85$ para $184,79 \pm 28,16$ enquanto o grupo experimental mostrou $209,81 \pm 25,62$ e pós intervenção $164,57 \pm 33,03$ diminuição bastante acentuada como podemos verificar na figura 5 e 6 (não normalizado e normalizado respetivamente).

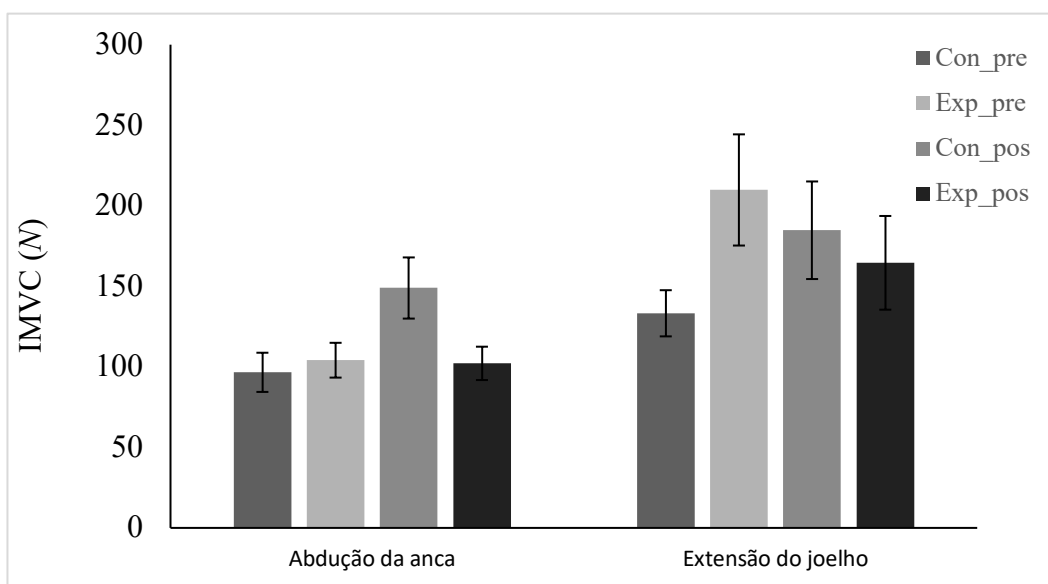


Figura 5 - Valores do IMVC em Newton (N) nos grupos controle e experimental, pré e pós intervenção

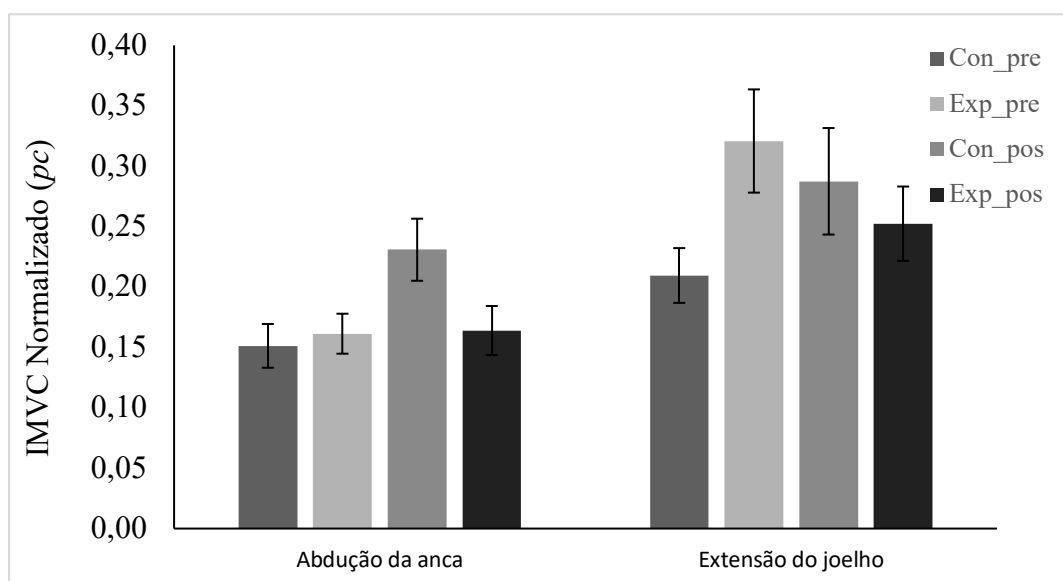


Figura 6 - Valores do IMVC Normalizado (peso corporal - pc) nos grupos controle e experimental, pré e pós intervenção

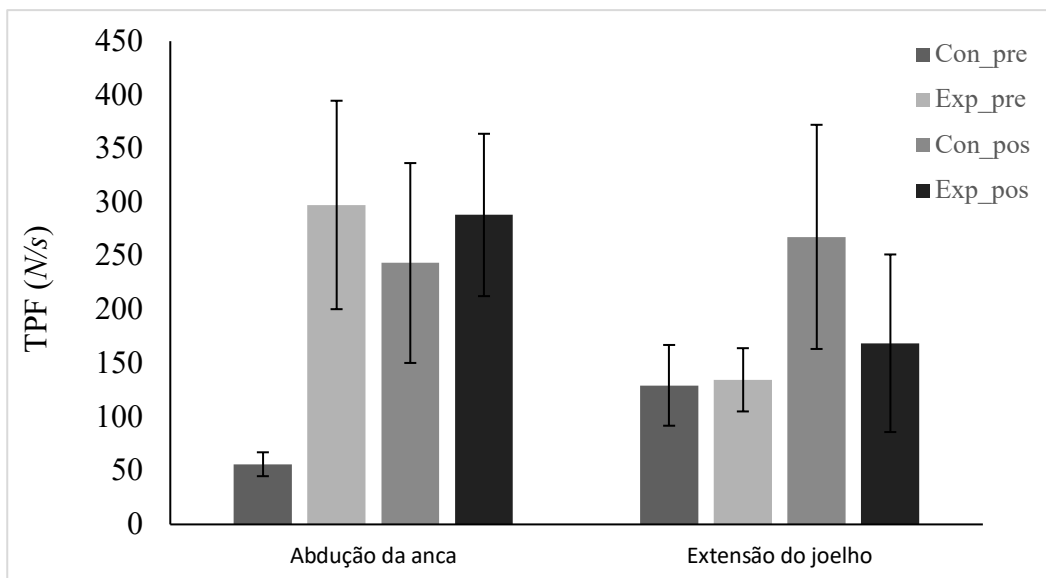


Figura 7 - Valores da Taxa de Produção de Força em Newton por segundo (N/s) nos grupos controlo e experimental, pré e pós intervenção

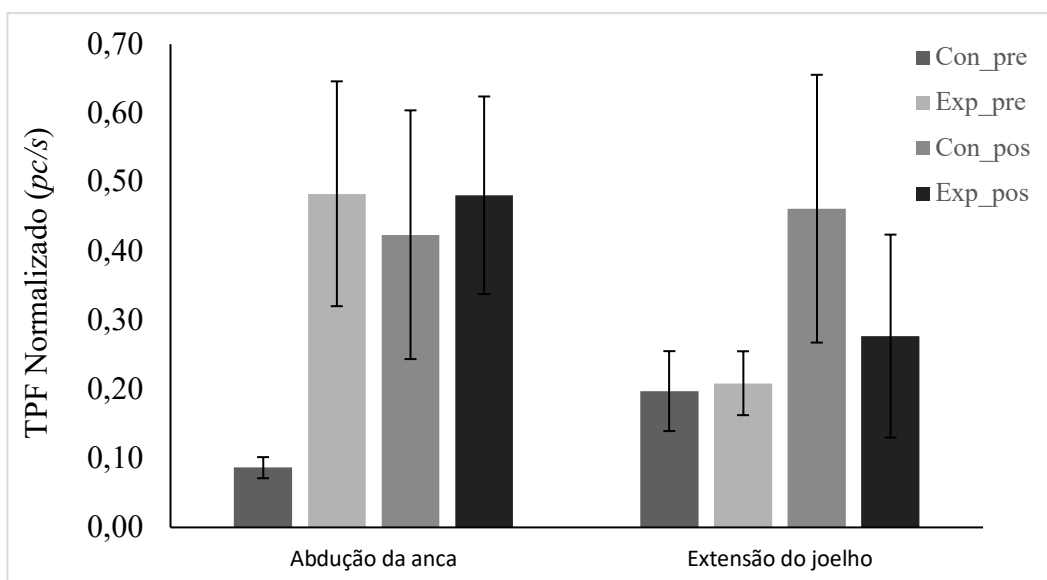


Figura 8 - Valores da Taxa de Produção de Força Normalizado (pc/s) nos grupos controlo e experimental, pré e pós intervenção

Como abordado anteriormente os testes IMVC, na taxa de produção de força observamos a mesma situação, o grupo de controlo com melhores resultados que o grupo experimental quer na abdução da anca quer na extensão do joelho como podemos averiguar nas figuras 7 e 8.

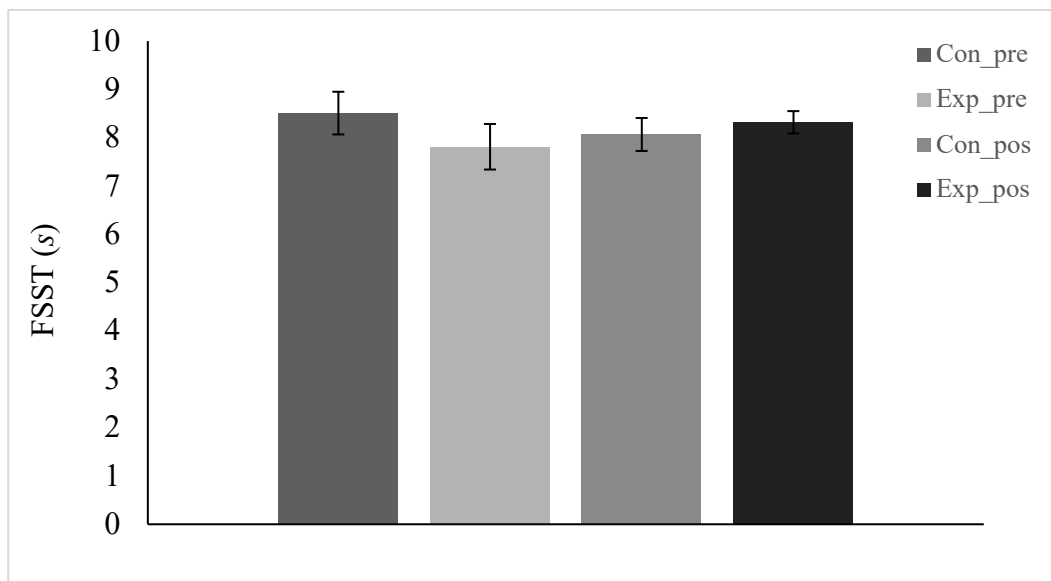


Figura 9 - Valores do FSST (s) nos grupos controlo e experimental, pré e pós intervenção

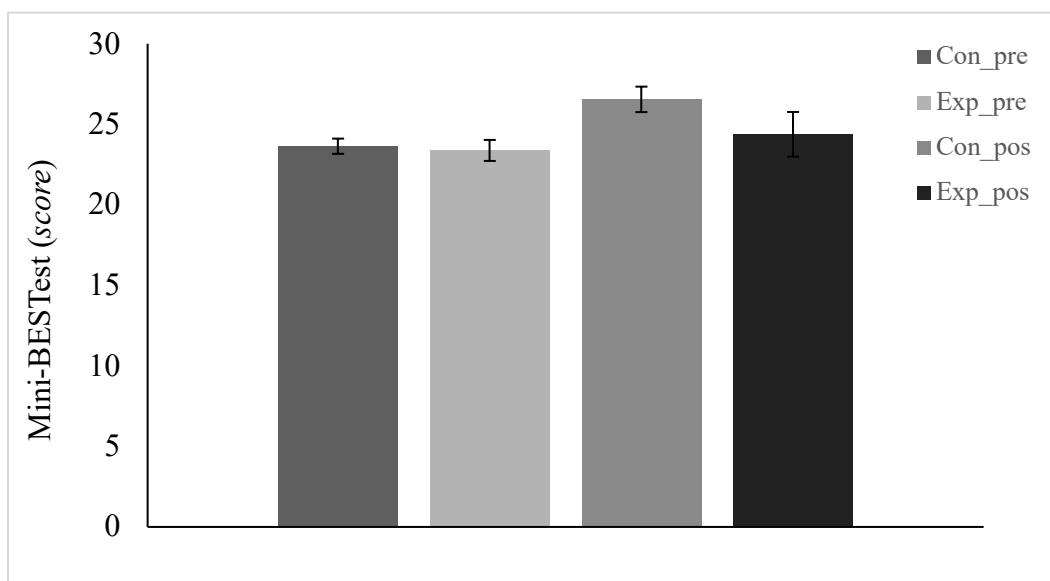


Figura 10 - Valores do Mini-BESTest (score) nos grupos controlo e experimental, pré e pós intervenção

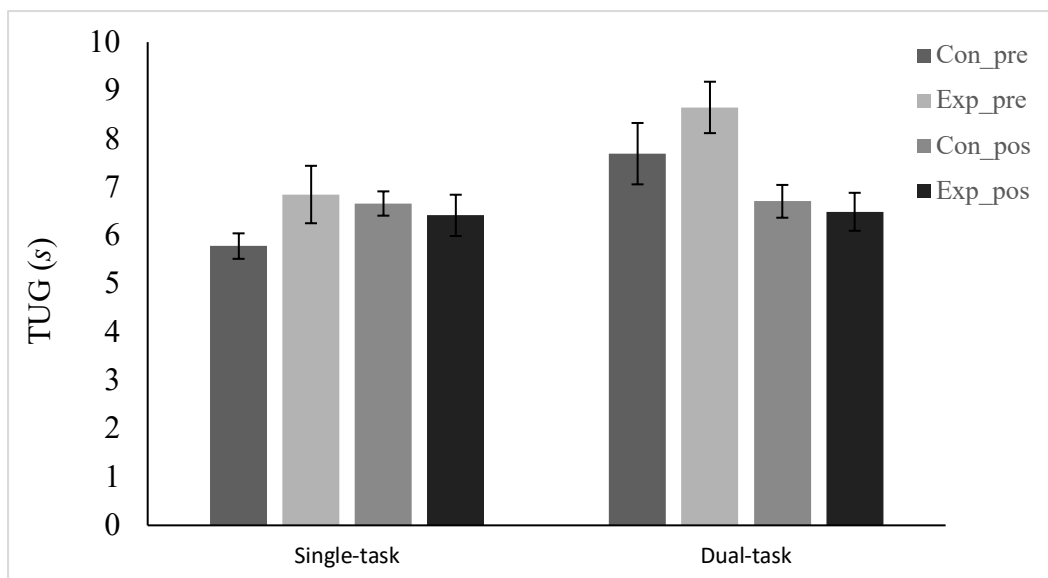


Figura 11 - Valores do TUG (s) – *Single- task* e *Dual-task* nos grupos controlo e experimental, pré e pós intervenção

Finalmente, nos protocolos de equilíbrio, nomeadamente MiniBest, FSST e TUG, observamos diferentes resultados.

No que diz respeito ao FSST, o grupo controlo pré intervenção obteve uma diminuição no tempo $8,51 \pm 0,43$ e pós $8,07 \pm 0,29$ enquanto o grupo experimental $7,81 \pm 0,50$ e pós teste $8,32 \pm 0,35$ como podemos observar na figura 9. Quando abordamos o Mini-Bestest este obteve resultados bastante positivos em ambos os grupos mas em especial no grupo de controlo, onde observamos um score de $23,64 \pm 0,51$ pré teste e $26,55 \pm 0,97$ pós teste, enquanto o grupo experimental demonstrou um score de $23,38 \pm 0,60$ pré teste e $24,38 \pm 1,14$ pós teste com um $p = 0,004$ como podemos verificar na figura 10.

Por fim, o TUG que apresentou resultados diferentes comparando o single em relação ao dual-task. No single-task, no grupo de controlo, verificamos que em pré obtiveram o valor de $5,78 \pm 0,35$ e $6,66 \pm 0,24$ pós intervenção enquanto no dual-task apresentaram uma diminuição estatisticamente significativa, nomeadamente $7,69 \pm 0,47$ pré e $6,71 \pm 0,33$ pós com um $p = 0,005$, como se pode observar na figura 11.

O grupo experimental neste teste obteve um melhor resultado no single-task do que o grupo controlo, apresentando um valor de $6,85 \pm 0,40$ pré e $6,42 \pm 0,29$ pós teste e no dual-task tal como o grupo de controlo exibindo, pré intervenção $8,65 \pm 0,55$ e pós intervenção $6,49 \pm 0,39$ apresentando de igual forma, uma diminuição estatisticamente significativa $p = 0,005$ (valores presentes na figura 11).

Tabela 2 - Caracterização e comparação pré e pós testes

	Pré (n= 22)	Pós (n=19)
<i>FSST</i>	$8,16 \pm 0,33$	$8,19 \pm 0,22$
<i>MiniBest</i>	$23,51 \pm 0,39$	$25,46 \pm 0,75$
<i>TUG</i>	$6,31 \pm 0,27$	$6,54 \pm 0,19$
<i>TUG</i>	$8,17 \pm 0,37$	$6,60 \pm 0,25^*$
<i>DUAL</i>		
<i>TASK</i>		

Dados são apresentados como média $\pm$ erro padrão da média.

* representa diferenças significativas entre Con e Exp ($p < 0.05$).

Tabela 3 - Caracterização e comparação do grupo de controlo pré e pós testes

	Pré (n= 22)	Pós (n=19)
<i>FSST</i>	$8,51 \pm 0,43$	$8,07 \pm 0,29$
<i>MiniBest</i>	$23,64 \pm 0,51$	$26,54 \pm 0,97^*$
<i>TUG</i>	$5,78 \pm 0,34$	$6,66 \pm 0,24$
<i>TUG</i>	$7,69 \pm 0,47$	$6,70 \pm 0,33$
<i>DUAL</i>		
<i>TASK</i>		

Dados são apresentados como média $\pm$ erro padrão da média.

* representa diferenças significativas entre Con e Exp ($p < 0.05$).

Discussão dos resultados

No que diz respeito à diferença de idades, onde se observa que no grupo de controlo há uma média de idades mais baixa do que no grupo experiemetal, estudos reportam que de facto se houver uma variância na distribuição etária pode haver resultados em coeficientes de correlação mais elevados do que os reportados para idosos com mais idade (Chen & Tang, 2016).

Virtuoso et al. (2014) relatam que encontraram diferenças estatisticamente significativas entre o TUG clássico e o TUG com variação cognitiva, contudo este teste não explicou a razão da ocorrência de quedas.

Hernández Morante et al. (2019) afirmam que as intervenções que têm sido descritas como eficazes são a actividade física e as intervenções nutricionais.

Observamos que o tempo do TUG diminuiu significativamente desde a recolha de dados pré teste para pós teste. Foi demonstrado que com a formação adequada, a atenção das pessoas mais velhas pode ser aumentada (Bech et al., 2022).

Um episódio de quedas pode estar relacionado com uma baixa força de preensão manual. Verificou-se que a força das pernas estava relacionada à força de preensão manual num outro grupo de idosos que era pré-frail e frágil, o que pode ajudar a explicar a ligação entre a força da preensão manual e as quedas. Uma meta-análise descobriu que enquanto a actividade física aumentava a força e diminuía a frequência das quedas e o risco de queda, a fraqueza não foi considerada um factor de risco de queda (Cardon-Verbecq et al., 2017).

Os resultados implicam que a velocidade de marcha é um fator contribuinte independente comum nos testes TUG, e que a função mental geral é um fator independente comum no *single* TUG e no *dual-task* TUG (Chen & Tang, 2016).

Estudos concluíram que os elementos psicológicos podem ser uma mais valia como indicadores de previsão de queda no futuro. Em particular, encontrar um equilíbrio entre autoconfiança e comportamento de prevenção de quedas (Landers et al., 2016).

Os resultados sugerem que a identificação daqueles que estão em risco de cair pode depender mais do pensamento sobre as próprias capacidades do que do próprio desempenho físico real, ou seja, a componente psicológica desempenha um grande papel na previsão de quedas (Landers et al., 2016).

De acordo com Bandura (1997) a auto-eficácia, ou as percepções das pessoas sobre a sua capacidade de gerir as suas vidas e funções, tem um impacto significativo na forma como tomam decisões, se esforçam por completar tarefas, reagem sob stress, e se envolvem em padrões de pensamento de auto-ajuda ou autodestrutivos. A auto-eficácia está ligada a uma confiança equilibrada neste conceito (Landers et al., 2016).

A força, o equilíbrio e o desempenho do TUG foram todos melhorados por um programa de exercício multicomponente que incluiu equilíbrio e exercícios cognitivos. Também diminuiu a probabilidade de quedas (Cadore et al., 2014).

Os meus resultados são consistentes com a investigação existente, quer os participantes do grupo de intervenção quer os sujeitos do grupo controlo demonstraram uma redução significativa no tempo necessário para completar o TUG, sugerindo um risco reduzido de queda nesta população idosa (Cadore et al., 2014).

Mais estudos afirmam que, como teste prático e funcional para a deteção precoce da deterioração cognitiva em pessoas idosas, o teste *dual-task* TUG pode ser utilizado na prática clínica (Murillo-Garcia et al., 2021).

Uma descoberta importante foi que as medidas de mobilidade funcional, tais como o *single* e *dual-task* TUG, estavam substancialmente associadas a um

maior tempo de caminhada contínua e a um padrão de atividade mais flexível em oposição ao equilíbrio de desempenho ou auto-eficácia (Lord et al., 2018).

O critério de diagnóstico da força de preensão é um marcador útil para avaliar as mudanças na função e massa muscular ao mesmo tempo, porém estudos relatam que embora a diminuição da força muscular nos idosos não possa comprovar completamente a diminuição da massa muscular (Lim & Kong, 2022).

Observamos que o tempo do dual-task TUG do grupo de intervenção e no de controlo diminuiu significativamente após a intervenção, indicando que esta foi eficaz e teve efeitos positivos. Em contrapartida, neste projeto o teste *single* TUG não foi suficientemente desafiante para identificar alterações significativas (Phirom et al., 2020).

Estes resultados estão de acordo com investigações anteriores que demonstraram o valor de combinar o exercício físico e cognitivo para aumentar a capacidade dos indivíduos mais velhos para a realização de tarefas duplas, nomeadamente com o *dual-task* TUG (Phirom et al., 2020).

As diferenças entre o MiniBestest no grupo controlo pré para pós foram surpreendentes, isto pode dever-se em parte aos itens da escala que representam diferentes construções de equilíbrio (Lord et al., 2018).

Para promover mais melhorias ao nível das outras variáveis estudadas, poderá ser necessário um programa de exercícios mais longo ou mais resistência, podem também ser necessários exercícios de caminhada e equilíbrio (Cadore et al., 2014).

Em termos nutricionais os nossos resultados mostram que efetivamente há uma relação positiva entre a ingestão de suplementação de proteína de soro de leite no aumento de massa magra, redução de massa gorda e diminuição de peso e consequentemente IMC. Uma vez que uma análise abrangente e meta-análise recente não encontrou qualquer impacto discernível na falta de apetite e nenhuma redução no consumo calórico nos idosos, os suplementos proteicos

podem ser uma abordagem realista para aumentar o consumo total diário e por refeição de proteínas (Rogeri et al., 2022).

Alguns investigadores chegaram à conclusão de que o consumo diário total de proteínas e a suplementação proteica global aumentaram a força máxima, mas não tiveram efeitos diferentes na composição corporal ou outros aspectos do desempenho atlético o que pode explicar os nossos resultados (Ewy et al., 2022).

As melhorias na saúde óssea e na ingestão nutricional são efeitos secundários do aumento da ingestão de proteínas lácteas nas pessoas idosas (Phillips & Martinson, 2019).

Não obstante estes *outcomes* benéficos não houve mudanças estatisticamente significativas nestas variáveis de composição corporal, nomeadamente na massa gorda, massa magra, peso e IMC o que sugere que mais estudos são necessários para averiguar se realmente a suplementação proteica é uma mais valia na vida dos idosos (Rogeri et al., 2022).

Conclusões e considerações finais

1) Conclusões

Neste estudo o meu objetivo foi identificar se os idosos iriam tirar proveito da toma de um suplemento alimentar rico em proteína de soro de leite e da realização de exercício físico multicomponente no combate à sarcopenia e na prevenção de quedas com o envelhecimento.

A principal conclusão que retirei com a realização deste estudo foi que a realização de um programa de exercício físico multicomponente comunitário em conjunto com a toma de um suplemento proteico de soro de leite aumenta a massa muscular e diminui a massa gorda, apesar de não ter observado diferenças estatisticamente significativas nestas variáveis, estas demonstraram melhorias, é necessário uma intervenção mais longa e com uma maior amostra. Outra conclusão que retiro com este estudo, quer o grupo controlo quer o grupo experimental apresentaram diferenças estatisticamente significativas no TUG o que tudo indica uma diminuição da propensão no risco de quedas.

A meu ver, esta intervenção teve diversos outcomes positivos, porém era necessário haver uma timeline maior e uma maior adesão por parte dos utentes.

2) Limitações

Apesar de haver estudos que relatam a importância da realização de exercício físico com o envelhecimento, ainda há uma escassez na literatura no que diz respeito à utilização de suplementação proteica, pelo que houve uma dificuldade quer na recolha de informação na literatura quer na participação dos utentes neste projeto.

A população idosa ainda é uma população sensível no que diz respeito a suplementação, estes sujeitos acreditam que a melhor solução é a medicação tradicional pelo que não se “aventuram” a experimentar outros recursos, a não ser que os médicos o recomendem.

Outra limitação neste projeto foi o facto de haver uma amostra muito reduzida ($n = 19$) pelo facto de os utentes terem sido fornecidos por um único centro o que prejudica o estudo na medida em que a proporção foi desigual em cada grupo e os *outcomes* diferem.

Pelo facto desta última limitação, não fui capaz de analisar quem só tomasse o suplemento, sem a realização de exercício físico que iria ser uma informação interessante. Desta forma, não fui capaz de averiguar se a toma exclusiva de suplementação com proteína de soro de leite sem a execução de qualquer tipo de exercício físico tem um maior ou menor impacto que as variáveis estudadas neste projeto.

3) Sugestões para futuras intervenções

Seria pertinente a realização de um estudo que disponibilizasse uma maior amostra para que fosse capaz observar vários grupos, nomeadamente um grupo de controlo que não realizaria nada somente o quotidiano, outro que realizasse só exercício físico, outro que combinasse a realização de exercício físico com a toma do suplemento proteico e por fim, um último grupo que somente tomasse a suplementação de proteína de soro de leite para que fosse possível esclarecer se estas variáveis teriam algum impacto no combate à sarcopenia e auxiliasse na redução da incidência de quedas.

Referências bibliográficas

- Agrawal, K. R., Lucas, P. W., Bruce, I. C., & Prinz, J. F. (1998). Food properties that influence neuromuscular activity during human mastication. *Journal of Dental Research*, 77(11). <https://doi.org/10.1177/00220345980770111101>
- Ang, G. C., Low, S. L., & How, C. H. (2020). Approach to falls among the elderly in the community. *Singapore Medical Journal*, 61(3). <https://doi.org/10.11622/smedj.2020029>
- Assad-Bustillos, M., Feron, G., & della Valle, G. (2022). Guiding the formulation of soft cereal foods for the elderly population through food oral processing: Challenges and opportunities. In *Advances in Food and Nutrition Research* (Vol. 99). <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2021.11.003>
- Barbiera, A., Pelosi, L., Sica, G., & Scicchitano, B. M. (2020). Nutrition and microRNAs: Novel insights to fight sarcopenia. In *Antioxidants* (Vol. 9, Issue 10). <https://doi.org/10.3390/antiox9100951>
- Barclay, R. D., Burd, N. A., Tyler, C., Tillin, N. A., & Mackenzie, R. W. (2019). The Role of the IGF-1 Signaling Cascade in Muscle Protein Synthesis and Anabolic Resistance in Aging Skeletal Muscle. In *Frontiers in Nutrition* (Vol. 6). <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00146>
- Bashkireva, A. S., Bogdanova, D. Y., Bilyk, A. Y., Shishko, A. v., Kachan, E. Y., & Arutyunov, V. A. (2019). Quality of Life and Physical Activity among Elderly and Old People. *Advances in Gerontology*, 9(2). <https://doi.org/10.1134/S2079057019020048>
- Baum, J. I., Kim, I. Y., & Wolfe, R. R. (2016). Protein consumption and the elderly: What is the optimal level of intake? In *Nutrients* (Vol. 8, Issue 6). <https://doi.org/10.3390/nu8060359>
- Beaudart, C., Buckinx, F., Rabenda, V., Gillain, S., Cavalier, E., Slomian, J., Petermans, J., Reginster, J. Y., & Bruyère, O. (2014). The effects of vitamin d on skeletal muscle strength, muscle mass, and muscle power: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. In *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* (Vol. 99, Issue 11). <https://doi.org/10.1210/jc.2014-1742>
- Bech, S. R., Kjeldgaard-Man, L., Sirbaugh, M. C., Egholm, A. F., Mortensen, S., & Laessoe, U. (2022). Attentional Capacity during Dual-task Balance Performance Deteriorates with Age before the Sixties. *Experimental Aging Research*, 48(1). <https://doi.org/10.1080/0361073X.2021.1930959>
- Bowden Davies, K. A., Pickles, S., Sprung, V. S., Kemp, G. J., Alam, U., Moore, D. R., Tahrani, A. A., & Cuthbertson, D. J. (2019). Reduced physical activity in young and older adults: metabolic and musculoskeletal implications. In *Therapeutic Advances in Endocrinology and Metabolism* (Vol. 10). <https://doi.org/10.1177/2042018819888824>
- Cadore, E. L., Moneo, A. B. B., Mensat, M. M., Muñoz, A. R., Casas-Herrero, A., Rodriguez-Mañas, L., & Izquierdo, M. (2014). Positive effects of resistance training in frail elderly patients with dementia after long-term physical restraint. *Age*, 36(2). <https://doi.org/10.1007/s11357-013-9599-7>
- Campo, A. del, Jaimovich, E., & Tevy, M. F. (2016). Mitochondria in the Aging Muscles of Flies and Mice: New Perspectives for Old Characters. In *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* (Vol. 2016). <https://doi.org/10.1155/2016/9057593>

- Capurso, C., Bellanti, F., Buglio, A. lo, & Vendemiale, G. (2020). The mediterranean diet slows down the progression of aging and helps to prevent the onset of frailty: A narrative review. In *Nutrients* (Vol. 12, Issue 1).
<https://doi.org/10.3390/nu12010035>
- Cardon-Verbecq, C., Loustau, M., Guitard, E., Bonduelle, M., Delahaye, E., Koskas, P., & Raynaud-Simon, A. (2017). Predicting falls with the cognitive timed up-and-go dual task in frail older patients. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 60(2). <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2016.07.003>
- Cardoso, T., Martins, M., & Monteiro, M. (2017). Community care unit and elderly health promotion: an intervention program. *Revista de Enfermagem Referência, IV Série*(13). <https://doi.org/10.12707/riv16071>
- Cavallero, S., Dominguez, L. J., Vernuccio, L., & Barbagallo, M. (2020). Presbyphagia and dysphagia in old age. *Geriatric Care*, 6(3).
<https://doi.org/10.4081/gc.2020.9137>
- Chen, H. Y., & Tang, P. F. (2016). Factors contributing to single-and dual-task timed “up & go” test performance in middle-aged an older adults who are active and dwell in the community. *Physical Therapy*, 96(3).
<https://doi.org/10.2522/ptj.20140292>
- Cheng, R., Maloney, A., Moran, J., Newman, T. H., & Gardner, E. C. (2022). Resistance Training as Treatment for Sarcopenia: Examining Sex-Related Differences in Physiology and Response. *Clinical Therapeutics*, 44(1).
<https://doi.org/10.1016/j.clinthera.2021.11.012>
- Curtis, A. R., Livingstone, K. M., Daly, R. M., Marchese, L. E., & Kiss, N. (2022). Associations between Dietary Patterns and Malnutrition, Low Muscle Mass and Sarcopenia in Adults with Cancer: A Scoping Review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 19, Issue 3).
<https://doi.org/10.3390/ijerph19031769>
- Dalle, S., Rossmeislova, L., & Koppo, K. (2017). The role of inflammation in age-related sarcopenia. In *Frontiers in Physiology* (Vol. 8, Issue DEC).
<https://doi.org/10.3389/fphys.2017.01045>
- Dent, E., Morley, J. E., Cruz-Jentoft, A. J., Arai, H., Kritchevsky, S. B., Guralnik, J., Bauer, J. M., Pahor, M., Clark, B. C., Cesari, M., Ruiz, J., Sieber, C. C., Aubertin-Leheudre, M., Waters, D. L., Visvanathan, R., Landi, F., Villareal, D. T., Fielding, R., Won, C. W., ... Vellas, B. (2018). International Clinical Practice Guidelines for Sarcopenia (ICFSR): Screening, Diagnosis and Management. *Journal of Nutrition, Health and Aging*, 22(10). <https://doi.org/10.1007/s12603-018-1139-9>
- Dumic, I., Nordin, T., Jecmenica, M., Stojkovic Lalosevic, M., Milosavljevic, T., & Milovanovic, T. (2019). Gastrointestinal tract disorders in older age. *Canadian Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 2019.
<https://doi.org/10.1155/2019/6757524>
- Everson, L., Leite, A., Resende, L., Marcos Nogueira, G., Beatrice, I., da Cruz, M., Herberto Schneider, R., Gabriela, M., & Gottlieb, V. (2012). Envelhecimento, estresse oxidativo e sarcopenia: uma abordagem sistêmica Aging, oxidative stress and sarcopenia: a systemic approach. *Rev. BRas. GeRiatR. GeRontol*, 15(2).
- Ewy, M. W., Patel, A., Abdelmagid, M. G., Mohamed Elfadil, O., Bonnes, S. L., Salonen, B. R., Hurt, R. T., & Mundi, M. S. (2022). Plant-Based Diet: Is It as Good as an Animal-Based Diet When It Comes to Protein? In *Current Nutrition Reports* (Vol. 11, Issue 2). <https://doi.org/10.1007/s13668-022-00401-8>
- Faxén-Irving, G., Luiking, Y., Grönstedt, H., Franzén, E., Seiger, Vikström, S., Wimo, A., Boström, A. M., & Cederholm, T. (2021). Do Malnutrition, Sarcopenia and

- Frailty Overlap in Nursing-Home Residents? *The Journal of Frailty & Aging*, 10(1). <https://doi.org/10.14283/jfa.2020.45>
- Gavinha, S., Melo, P., Costa, L., Manarte-Monteiro, P., & Manso, M. C. (2020). Dental tooth decay profile in an institutionalized elder population of Northern Portugal. *Brazilian Dental Science*, 23(2). <https://doi.org/10.14295/bds.2020.v23i2.1940>
- Greco, E. A., Pietschmann, P., & Migliaccio, S. (2019). Osteoporosis and sarcopenia increase frailty syndrome in the elderly. *Frontiers in Endocrinology*, 10(APR). <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00255>
- Ha, S. Y., & Sung, Y. H. (2021). The Effect of Scapular Strengthening Exercise using Elastic Band on Balance and Quality of Life in the Old People. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 17(3). <https://doi.org/10.12965/jer.2142222.111>
- Hamer, M., & O'Donovan, G. (2017). Sarcopenic obesity, weight loss, and mortality: The English Longitudinal Study of Ageing. *American Journal of Clinical Nutrition*, 106(1). <https://doi.org/10.3945/ajcn.117.152488>
- Hernández Morante, J. J., Martínez, C. G., & Morillas-Ruiz, J. M. (2019). Dietary factors associated with frailty in old adults: A review of nutritional interventions to prevent frailty development. In *Nutrients* (Vol. 11, Issue 1). <https://doi.org/10.3390/nu11010102>
- Houtkooper, R. H., Williams, R. W., & Auwerx, J. (2010). Metabolic Networks of Longevity. In *Cell* (Vol. 142, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.cell.2010.06.029>
- Hu, S., Chen, M., Wang, Y., Wang, Z., Pei, Y., Fan, R., Liu, X., Wang, L., Zhou, J., Zheng, S., Zhang, T., Lin, Y., Zhang, M., Tao, R., & Zhong, J. (2016). mTOR inhibition attenuates dextran sulfate sodium-induced colitis by suppressing T cell proliferation and balancing TH1/TH17/Treg profile. *PLoS ONE*, 11(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154564>
- Ikebuchi, K., Matsuda, Y., Takeda, M., Takeda, M., Abe, T., Tominaga, K., Yano, S., Isomura, M., Nabika, T., & Kanno, T. (2021). Relationship between masticatory function and bone mineral density in community-dwelling elderly: A cross-sectional study. *Healthcare (Switzerland)*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/healthcare9070845>
- Jacob, K. J., Sonjak, V., Spendiff, S., Hepple, R. T., Chevalier, S., Perez, A., & Morais, J. A. (2021). Mitochondrial Content, but Not Function, Is Altered With a Multimodal Resistance Training Protocol and Adequate Protein Intake in Leucine-Supplemented Pre/Frail Women. *Frontiers in Nutrition*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.619216>
- Jurdana, M. (2018). EXERCISE EFFECTS ON MUSCLE STEM CELLS. *Annales Kinesiologiae*, 8(2). <https://doi.org/10.35469/ak.2017.134>
- Kim, H. K., Chijiki, H., Fukazawa, M., Okubo, J., Ozaki, M., Nanba, T., Higashi, S., Shioyama, M., Takahashi, M., Nakaoka, T., & Shibata, S. (2021). Supplementation of Protein at Breakfast Rather Than at Dinner and Lunch Is Effective on Skeletal Muscle Mass in Older Adults. *Frontiers in Nutrition*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.797004>
- Kimata, C., Willcox, B., & Rodriguez, B. L. (2018). Effects of walking on coronary heart disease in elderly men with diabetes. *Geriatrics (Switzerland)*, 3(2). <https://doi.org/10.3390/geriatrics3020021>
- Kirana, A. N., Prafiandini, E., & Hardiany, N. S. (2021). Protein intake and loss of proteostasis in the elderly. *Ukrainian Biochemical Journal*, 93(1). <https://doi.org/10.15407/ubj93.01.030>
- Landers, M. R., Oscar, S., Sasaoka, J., & Vaughn, K. (2016). Balance Confidence and Fear of Falling Avoidance Behavior Are Most Predictive of Falling in Older

- Adults: Prospective Analysis. *Physical Therapy*, 96(4).
<https://doi.org/10.2522/ptj.20150184>
- Larsson, L., Degens, H., Li, M., Salviati, L., Lee, Y. il, Thompson, W., Kirkland, J. L., & Sandri, M. (2019). Sarcopenia: Aging-related loss of muscle mass and function. *Physiological Reviews*, 99(1). <https://doi.org/10.1152/physrev.00061.2017>
- Lee, J., & Kang, H. (2022). Role of MicroRNAs and Long Non-Coding RNAs in Sarcopenia. In *Cells* (Vol. 11, Issue 2). <https://doi.org/10.3390/cells11020187>
- Leem, S. H., Kim, J. H., & Lee, B. H. (2019). Effects of Otago exercise combined with action observation training on balance and gait in the old people. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 15(6). <https://doi.org/10.12965/jer.1938720.360>
- Liang, J., Zhang, H., Zeng, Z., Wu, L., Zhang, Y., Guo, Y., Lv, J., Wang, C., Fan, J., & Chen, N. (2021). Lifelong aerobic exercise alleviates sarcopenia by activating autophagy and inhibiting protein degradation via the ampk/pgc-1 α signaling pathway. *Metabolites*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/metabo11050323>
- Lim, S. K., & Kong, S. (2022). Prevalence, physical characteristics, and fall risk in older adults with and without possible sarcopenia. *Aging Clinical and Experimental Research*, 34(6). <https://doi.org/10.1007/s40520-022-02078-z>
- López-Otín, C., Blasco, M. A., Partridge, L., Serrano, M., & Kroemer, G. (2013). The hallmarks of aging. In *Cell* (Vol. 153, Issue 6).
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2013.05.039>
- Lord, S., Isbey, O., Del-Din, S., Rochester, L., & Taylor, L. (2018). Discerning the contribution of balance and mobility to ambulatory activity in community-dwelling octogenarians: A preliminary report. *New Zealand Journal of Physiotherapy*, 46(3). <https://doi.org/10.15619/NZJP/46.3.05>
- Luiking, Y. C., Deutz, N. E. P., Memelink, R. G., Verlaan, S., & Wolfe, R. R. (2014). Postprandial muscle protein synthesis is higher after a high whey protein, leucine-enriched supplement than after a dairy-like product in healthy older people: A randomized controlled trial. *Nutrition Journal*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/1475-2891-13-9>
- Lutz, C. T., & Quinn, L. B. S. (2012). Sarcopenia, obesity, and natural killer cell immune senescence in aging: Altered cytokine levels as a common mechanism. In *Aging* (Vol. 4, Issue 8). <https://doi.org/10.18632/aging.100482>
- Mahalingam, S., & Vijay Kumar, K. v. (2019). Orofacial mechanisms and swallowing abilities in a geriatric population in India. *Asian Journal of Gerontology and Geriatrics*, 14(2). <https://doi.org/10.12809/ajgg-2018-301-oa>
- Mancinelli, R., Toniolo, L., di Filippo, E. S., Doria, C., Marrone, M., Maroni, C. R., Verratti, V., Bondi, D., Maccatrozzo, L., Pietrangelo, T., & Fulle, S. (2019). Neuromuscular Electrical Stimulation Induces Skeletal Muscle Fiber Remodeling and Specific Gene Expression Profile in Healthy Elderly. *Frontiers in Physiology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01459>
- Middleton, A., Fritz, S. L., & Lusardi, M. (2015). Walking speed: The functional vital sign. In *Journal of Aging and Physical Activity* (Vol. 23, Issue 2).
<https://doi.org/10.1123/japa.2013-0236>
- Murillo-Garcia, A., Leon-Llamas, J. L., Villafaina, S., Rohlf-Dominguez, P., & Gusi, N. (2021). MoCA vs. MMSE of fibromyalgia patients: The possible role of dual-task tests in detecting cognitive impairment. *Journal of Clinical Medicine*, 10(1).
<https://doi.org/10.3390/jcm10010125>
- Naranjo, J. D., Dziki, J. L., & Badylak, S. F. (2017). Regenerative Medicine Approaches for Age-Related Muscle Loss and Sarcopenia: A Mini-Review. In *Gerontology* (Vol. 63, Issue 6). <https://doi.org/10.1159/000479278>

- Öhlin, J., Gustafson, Y., Littbrand, H., Olofsson, B., & Toots, A. (2021). Low or declining gait speed is associated with risk of developing dementia over 5 years among people aged 85 years and over. *Journal of Aging and Physical Activity*, 29(4). <https://doi.org/10.1123/JAPA.2020-0266>
- Orsso, C. E., Montes-Ibarra, M., Findlay, M., van der Meij, B. S., de van der Schueren, M. A. E., Landi, F., Laviano, A., & Prado, C. M. (2022). Mapping ongoing nutrition intervention trials in muscle, sarcopenia, and cachexia: a scoping review of future research. In *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle* (Vol. 13, Issue 3). <https://doi.org/10.1002/jcsm.12954>
- Papadopoulou, S. K., Papadimitriou, K., Voulgaridou, G., Georgaki, E., Tsotidou, E., Zantidou, O., & Papandreou, D. (2021). Exercise and nutrition impact on osteoporosis and sarcopenia—the incidence of osteosarcopenia: A narrative review. In *Nutrients* (Vol. 13, Issue 12). <https://doi.org/10.3390/nu13124499>
- Pego, M. A., & Nunes, C. (2017). Aging, disability, and informal caregivers: A cross-sectional study in Portugal. *Frontiers in Medicine*, 4(JAN). <https://doi.org/10.3389/fmed.2017.00255>
- Phillips, S. M., & Martinson, W. (2019). Nutrient-rich, high-quality, protein-containing dairy foods in combination with exercise in aging persons to mitigate sarcopenia. *Nutrition Reviews*, 77(4). <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuy062>
- Phirom, K., Kamnardsiri, T., & Sungkarat, S. (2020). Beneficial effects of interactive physical-cognitive game-based training on fall risk and cognitive performance of older adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17). <https://doi.org/10.3390/ijerph17176079>
- Reeves, N. D., Orlando, G., & Brown, S. J. (2021). Sensory-motor mechanisms increasing falls risk in diabetic peripheral neuropathy. In *Medicina (Lithuania)* (Vol. 57, Issue 5). <https://doi.org/10.3390/medicina57050457>
- Rezuş, E., Burlui, A., Cardoneanu, A., Rezuş, C., Codreanu, C., Pârvu, M., Zota, G. R., & Tamba, B. I. (2020). Inactivity and skeletal muscle metabolism: A vicious cycle in old age. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 21, Issue 2). <https://doi.org/10.3390/ijms21020592>
- Ribeiro, O., Teixeira, L., Araújo, L., & Paúl, C. (2016). Health profile of centenarians in Portugal: A census-based approach. *Population Health Metrics*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s12963-016-0083-3>
- Rodrigues, F., Domingos, C., Monteiro, D., & Morouço, P. (2022). A Review on Aging, Sarcopenia, Falls, and Resistance Training in Community-Dwelling Older Adults. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 19, Issue 2). <https://doi.org/10.3390/ijerph19020874>
- Rogeri, P. S., Zanella, R., Martins, G. L., Garcia, M. D. A., Leite, G., Lugaresi, R., Gasparini, S. O., Sperandio, G. A., Ferreira, L. H. B., Souza-junior, T. P., & Lancha, A. H. (2022). Strategies to prevent sarcopenia in the aging process: Role of protein intake and exercise. In *Nutrients* (Vol. 14, Issue 1). <https://doi.org/10.3390/nu14010052>
- Roh, M., & Lee, E. (2019). Effects of gaze stability exercises on cognitive function, dynamic postural ability, balance confidence, and subjective health status in old people with mild cognitive impairment. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 15(2). <https://doi.org/10.12965/jer.1938026.013>
- Romana Greco, F., & D'Onofrio, G. (2021). The Complexity of Frailty: Psychological Mechanism and Therapeutic Interventions in Old People - A Narrative Review. In *Frailty in the Elderly - Understanding and Managing Complexity*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.92630>

- Rondanelli, M., Cereda, E., Klersy, C., Faliva, M. A., Peroni, G., Nichetti, M., Gasparri, C., Iannello, G., Spadaccini, D., Infantino, V., Caccialanza, R., & Perna, S. (2020). Improving rehabilitation in sarcopenia: a randomized-controlled trial utilizing a muscle-targeted food for special medical purposes. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 11(6). <https://doi.org/10.1002/jcsm.12532>
- Rondanelli, M., Nichetti, M., Peroni, G., Faliva, M. A., Naso, M., Gasparri, C., Perna, S., Oberto, L., di Paolo, E., Riva, A., Petrangolini, G., Guerreschi, G., & Tartara, A. (2021). Where to Find Leucine in Food and How to Feed Elderly With Sarcopenia in Order to Counteract Loss of Muscle Mass: Practical Advice. In *Frontiers in Nutrition* (Vol. 7). <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.622391>
- Rong, S., Wang, L., Peng, Z., Liao, Y., Li, D., Yang, X., Nuessler, A. K., Liu, L., Bao, W., & Yang, W. (2020). The mechanisms and treatments for sarcopenia: could exosomes be a perspective research strategy in the future? In *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle* (Vol. 11, Issue 2). <https://doi.org/10.1002/jcsm.12536>
- Scarpa, S. (2018). Mechanical, Molecular Myofibrillar and Proteomic Modifications in Muscle Aging: A Pilot Study. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 3(4). <https://doi.org/10.26717/bjstr.2018.03.000930>
- Shafiee, G., Keshtkar, A., Soltani, A., Ahadi, Z., Larijani, B., & Heshmat, R. (2017). Prevalence of sarcopenia in the world: A systematic review and meta- analysis of general population studies. *Journal of Diabetes and Metabolic Disorders*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s40200-017-0302-x>
- Shah, R., Carandang, R. R., Shibnuma, A., Ong, K. I. C., Kiriya, J., & Jimba, M. (2021). Understanding frailty among older people living in old age homes and the community in Nepal: A cross-sectional study. *PLoS ONE*, 16(4 April). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251016>
- Shoemaker, M. E., Pereira, S. L., Mustad, V. A., Gillen, Z. M., McKay, B. D., Lopez-Pedrosa, J. M., Rueda, R., & Cramer, J. T. (2022). Differences in muscle energy metabolism and metabolic flexibility between sarcopenic and nonsarcopenic older adults. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 13(2). <https://doi.org/10.1002/jcsm.12932>
- Sohl, E., van Schoor, N. M., de Jongh, R. T., Visser, M., Deeg, D. J. H., & Lips, P. (2013). Vitamin d status is associated with functional limitations and functional decline in older individuals. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 98(9). <https://doi.org/10.1210/jc.2013-1698>
- Stella, A. B., Cappellari, G. G., Barazzoni, R., & Zanetti, M. (2018). Update on the impact of omega 3 fatty acids on inflammation, insulin resistance and sarcopenia: A review. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 19, Issue 1). <https://doi.org/10.3390/ijms19010218>
- Tanganelli, F., Meinke, P., Hofmeister, F., Jarmusch, S., Baber, L., Mehaffey, S., Hintze, S., Ferrari, U., Neuerburg, C., Kammerlander, C., Schoser, B., & Drey, M. (2021). Type-2 muscle fiber atrophy is associated with sarcopenia in elderly men with hip fracture. *Experimental Gerontology*, 144. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2020.111171>
- Tielland, M., Dirks, M. L., van der Zwaluw, N., Verdijk, L. B., van de Rest, O., de Groot, L. C. P. G. M., & van Loon, L. J. C. (2012). Protein Supplementation Increases Muscle Mass Gain During Prolonged Resistance-Type Exercise Training in Frail Elderly People: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Journal of the American Medical Directors Association*, 13(8). <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2012.05.020>

- Virtuoso, J. F., Gregório, L. P. P., de Medeiros, P. A., & Mazo, G. Z. (2014). The “Timed Up and Go” in the prediction and explanation of falls in old people practicing physical exercises. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 16(4). <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2014v16n4p381>
- Vitale, G., Cesari, M., & Mari, D. (2016). Aging of the endocrine system and its potential impact on sarcopenia. In *European Journal of Internal Medicine* (Vol. 35). <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2016.07.017>
- Wohlgemuth, S. E., Seo, A. Y., Marzetti, E., Lees, H. A., & Leeuwenburgh, C. (2010). Skeletal muscle autophagy and apoptosis during aging: Effects of calorie restriction and life-long exercise. *Experimental Gerontology*, 45(2). <https://doi.org/10.1016/j.exger.2009.11.002>
- Yoshida, M., & Tsuga, K. (2020). Sarcopenia and Mastication. In *Current Oral Health Reports* (Vol. 7, Issue 2). <https://doi.org/10.1007/s40496-020-00270-6>