

Exercise and Health for Active Ageing

Luis Leitão et al. (2022)

Exercise and Health for Active Ageing

Autor:

Luis Leitão

Co-Autores:

Amílcar Antunes; Ana Pereira; Ana Figueira; Bruno Avelar-Rosa; Daniel Martinez; João Vieira; Mauro Mazinni; Mateus Laterza; Pedro Belo; Teresa Figueiredo.

Editor:

Luis Leitão

Co-Editores:

Amílcar Antunes
Teresa Figueiredo

Revisão Científica por pares (Double-blind peer review):

Hugo Louro (Professor adjunto, ESDRM-IPS, Portugal); Jeferson Vianna (Professor Catedrático, UFJF, Brasil); Jefferson Novaes (Professor Catedrático, UFRJ, Brasil); Osvaldo Moreira (Professor Associado UV-UFJF, Brasil); Marcelo Dias (Professor Associado, Granberry University, Brasil)

Edições:

2022 - Instituto Politécnico de Setúbal – Escola Superior de Educação
Centro de Investigação em Qualidade de Vida

ISBN:

978-989-35059-3-9

Suporte:

Digital

Copyright ©

Instituto Politécnico de Setúbal – Escola Superior de Educação
Campus do IPS, Estefanilha, 2914-504 Setúbal, Portugal

Funding:

FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P./
Foundation for Science and Technology, I.P., Grant/Award Number UIDB/04748/2020

Prefácio

A cada dia que passa a população mundial encontra-se mais envelhecida, seja em países mais desenvolvidos ou em desenvolvimento. Em Portugal, nos anos 60 8% da população portuguesa era idosa, em 2001 aumentou para os 16,4%, valor superior ao dos jovens portugueses e em 2021 encontra-se nos 23,4%. Na Europa, apenas Alemanha e Itália apresentam maiores índices, com a idade média nos 47,6 e 45,9 anos, respetivamente. Portugal apresenta uma população idosa (pessoas com 65 e mais anos) de 19,15%, uma população jovem (pessoas com 14 e menos anos) de 14,89% e uma esperança média de vida à nascença de 79,2 anos. Notória é, ainda, a presença maioritária de mulheres no grupo etário dos 65 e mais anos, em relação à dos homens do mesmo grupo, sinal da “feminização” do envelhecimento, que se observa na sociedade portuguesa desde 1900.

Perante este processo de envelhecimento da população, que se deve principalmente à inovação tecnológica, ao incremento do saneamento básico, do acesso aos cuidados de saúde e ao progresso das ciências, é necessário garantir uma maior qualidade de vida e a autonomia/independência dos idosos. Assim, estratégias como o envelhecimento ativo, proposto pela World Health Organization (WHO), são necessárias para se conseguir obter este objetivo, onde a atividade física surge como um dos fatores comportamentais preponderantes para a adoção de estilos de vida saudável e uma participação ativa no cuidado da saúde. Esta prática de atividades físicas de forma regular, sistemática e com intensidades moderadas podem atenuar declínios ao nível funcional, mental, social e contribuir para a diminuição do risco doenças crónicas em idosos saudáveis ou doentes crónicos.

A prática regular de exercício físico e o aumento da atividade física contribui para a atenuação dos efeitos do processo de envelhecimento, evitando ou atenuando a perda de força máxima, de potência muscular, de

flexibilidade, redução da densidade mineral óssea, diminuição da capacidade cardiorrespiratória, e também proporcionar um efeito profilático nos fatores de risco de doenças comuns ao processo de envelhecimento, tais como doença da artéria coronária, diabetes e algumas patologias do foro músculo-esquelético. Para além destes efeitos contribui também para a melhoria de aspetos psicológicos como a melhoria do humor, da autoestima, redução da ansiedade e da depressão no idoso.

Sendo cada vez mais divulgados os benefícios do exercício físico na saúde do idoso, são também cada vez mais idosos a frequentarem programas de atividade física que visam a melhoria da saúde em geral e a autonomia, através da melhoria da aptidão física e da capacidade funcional. Mas, a participação de pessoas idosas em programas de exercício não é garantia de que haja retenção dos efeitos benéficos do exercício, sobretudo a longo prazo, pois estes programas de exercício físico estão sujeitos a interrupções devido ao calendário religioso ou letivo, incluindo os feriados, férias de Natal, férias de Páscoa e férias de Verão, o que deixa a manutenção dos efeitos dos níveis de aptidão física e da sua capacidade funcional alcançados com o treino dependentes do estilo de vida de cada idoso durante o período de interrupção. Este período de interrupção ou de redução do volume de treino, ou seja, o destreino, que ocorre em programas de atividade física caracteriza-se por ser um processo de descondicionamento que afeta o desempenho através da diminuição da capacidade fisiológica. De acordo com a literatura, é considerado destreino um período igual ou superior a 2 semanas.

Apesar de existirem alguns estudos sobre os efeitos do exercício físico e do destreino, poucos são os estudos que abordam o treino multicomponente como uma alternativa ao treino aeróbio e ao treino de força, para além de serem poucos os estudos longitudinais superiores a um ano que examinem os efeitos do exercício físico e do destreino ao nível do perfil lipídico e glicémico (concentrações sanguíneas de colesterol total, triglicéridos, glicose), ao nível do perfil hemodinâmico (pressão arterial, frequência cardíaca de repouso) e ao nível do perfil funcional e motor (força muscular, capacidade cardiorrespiratória, flexibilidade, percentagem de massa gorda) simultaneamente, em idosos.

Assim, este livro resulta para dar resposta a esta necessidade cada vez mais notória e indispensável ao nível do envelhecimento ativo para uma maior saúde e qualidade de vida. Procura fornecer conhecimento acerca da temática dos efeitos do exercício físico e do destreino na saúde e qualidade de vida do idoso, e conhecimentos de políticas europeias de promoção da atividade física e ética no desporto para aumentar a prática desportiva. Este livro, juntamente com as 36 palestras/conferencias internacionais de Exercise and Health: International Conferences (ESE-IPS) que ocorreram em 2021 e neste ano de 2022, irão permitir aos seus participantes e leitores, acesso às últimas novidades e descobertas científicas acerca desta tão importante temática que é o envelhecimento ativo.

Os 18 capítulos deste livro que foram escritos por vários autores, especialistas na sua área de intervenção, assentam em conhecimentos científicos das suas próprias linhas de investigação e de literatura com impacto científico que irão contribuir para aumentar o conhecimento técnico-pedagógico do leitor nesta área.

Índice

Capítulo 1	8
Processo de envelhecimento a nível neuromuscular e cardiorrespiratório	8
Capítulo 2	18
Resposta do perfil lipídico e hemodinâmico e da composição corporal ao processo de envelhecimento	18
Capítulo 3	29
Promoção da Saúde através da atividade física	29
Capítulo 4	38
Exercício Físico, treino de força e treino aeróbio	38
Capítulo 5	51
O Treino Multicomponente como resposta ao envelhecimento ativo	51
Capítulo 6	59
Efeitos do destreino a nível fisiológico no idoso	59
Capítulo 7	70
Avaliação das capacidades Funcionais do Idoso	70
Capítulo 8	79
Efeito do treinamento físico em pacientes com a Doença Arterial Coronariana	79
Capítulo 9	88
Hipertensão Arterial, Sedentarismo e Atividade Física	88

Capítulo 10	96
Políticas europeias de promoção da atividade física benéfica para a saúde e a situação de Portugal	96
Capítulo 11	110
Treinar ou não para a falha muscular? Aspetos importantes a serem considerados na prescrição do treinamento resistido	110
Capítulo 12	121
O Papel do Fisioterapeuta no Praticante de Exercício Físico	121
Capítulo 13	126
Gamification, o Desporto e o Idoso	126
Capítulo 14	137
Motivação, elementos de jogo e aprendizagem.	137

Capítulo 1

Processo de envelhecimento a nível neuromuscular e cardiorrespiratório

Luis Leitão^{1,2}, Ana Pereira^{1,2}, Ana Cristina Figueira^{1,2}, Teresa Figueiredo^{1,2}

¹Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal

²Centro de Investigação em Qualidade de Vida (CIEQV), Rio Maior, Portugal

Poucas certezas na vida existem, contudo, o processo de envelhecimento é um acontecimento que todos esperamos e que quase todos experienciamos (Johnston et al., 2008).

Do ponto de vista biológico, o envelhecimento é um processo de transformação das células e dos tecidos, provocado pela ação do tempo sobre o organismo, o que leva a um risco cada vez maior de mortalidade. É uma desarmonia do organismo humano entre homeostasia e o equilíbrio metabólico, e que se expressa com a passagem pelo tempo pela diminuição da funcionalidade máxima, sendo determinado geneticamente e modulado ambientalmente (Spiriduso, 2005). Para Zambrana (1991), o envelhecimento é um processo de degeneração biológica, que se manifesta de diferentes formas e tem com consequência o inevitável declínio das capacidades fisiológicas. Desta forma, conforme ocorre a progressão dos processos envolvidos, há um decréscimo da autonomia, capacidade produtiva e qualidade de vida do idoso.

A idade cronológica não determina o estado de saúde de um indivíduo, pois na terceira idade, como em qualquer outra faixa etária, existem indivíduos com parâmetros fisiológicos normais, enquanto outros apresentam acentuadas alterações fisiológicas e orgânicas associadas a

incapacidades e/ou dependências (Mestre, 1999). Com o envelhecimento os sistemas biológicos sofrem um declínio resultante da morte celular, que origina uma diminuição das funções e capacidades, resultado da progressiva perda de tecido que constitui o corpo humano (Hayflick, 1998, Kemper, 1999). Estes declines devem-se também ao sedentarismo, pois entre 30 e os 70 anos a capacidade média de trabalho de indivíduos sedentários tem um declínio de cerca de 30% entre os 30 e os 70 anos (Daley, 2000).

Assim, excluindo toda e qualquer condição patológica, o desempenho físico do idoso é limitado pela redução da capacidade aeróbia e anaeróbia, do vigor muscular e pela diminuição da flexibilidade, da habilidade motora e sem dúvida do rendimento mecânico (McArdle et al., 2006; Péronnet, 1985; Spirduso, 2005). Estas generalidades não se aplicam de igual forma a todos os indivíduos, pela sua individualidade biológica e pelas opções de vida subjacentes, ou seja, o tipo de vida que se leva vai condicionar o envelhecimento e as doenças associadas a ele, pela sua idade cronológica, género, fatores hereditários ou genéticos, diferenças étnicas e culturais e pelo estatuto socioeconómico (Christensen et al., 2009). Neste contexto, parece-nos, pois, importante, salientar algumas alterações adstritas à idade e que de certa forma diminuem a capacidade do sujeito de realizar com eficácia e eficiência as tarefas do dia-a-dia.

Durante o longo processo de envelhecimento ocorrem importantes alterações no sistema neuromuscular, como a atrofia muscular, conhecida por sarcopenia, definida como a perda progressiva de massa muscular relacionada com o envelhecimento e que provoca a redução de capacidades físicas e funcionais, levando a declines musculares que evoluem em muitos casos para situações de elevado défice funcional (Bortz et al., 2001; Clark & Manini, 2008; Doherty, 2003; Kamel, 2003; Muscaritoli et al., 2010; Rosenberg, 1997; Vandervoort, 2002), provocando consequências no tecido ósseo como a osteopénia e osteoporose, consequência da menor estimulação mecânica sobre os ossos. Estes declines ocorrem junto de uma redução de gasto energético quer em repouso quer durante a atividade

física, principalmente devido a um maior sedentarismo do idoso, indutor de alterações morfológicas como a redução de massa magra e o aumento da massa gorda e da massa corporal (Correia et al., 2006).

O processo de envelhecimento apenas é responsável por 30% destas perdas de capacidade muscular (Lindle et al., 1997), um dos mais importantes fatores é certamente o desuso, uma menor utilização dos músculos e conseqüente redução da sua estimulação. Rantanen e Heikkinen (1998), verificou que homens e mulheres idosos que tinham níveis elevados de atividade nas rotinas do dia-a-dia, mantinham a sua força a um nível mais elevado que os sedentários.

São várias as modificações anatómicas que ocorrem com a degradação do sistema neuromuscular que levam a perda de força muscular. Estas alterações ocorrem ao nível do tecido muscular, tais como: a) diminuição da área de secção transversal da massa muscular por atrofia e diminuição do tamanho e do número de fibras do tipo II e diminuição do número de fibras do tipo I; b) alterações na composição em proteínas contrácteis; c) infiltração de tecido adiposo e tecido conectivo devido à diminuição das fibras musculares; d) acumulação de núcleos internos e de fibras irregulares; e) desorganização dos miofilamentos e das linhas Z; f) acumulação de lipofuscina e de estruturas nemalínicas em bastão; e g) proliferação do retículo sarcoplasmático e do sistema tubular T; e a nível neural, tais como: a) alterações nos processos de coordenação intramuscular e intermuscular; b) alterações na capacidade de utilização da atividade reflexa e no processamento de informação sensorio-motora nos níveis mais elevados do sistema nervoso central; e c) redução do número de unidades motoras e motoneurónios (Kamel, 2003; Pu et al., 2001; Roth et al., 2000).

Esta diminuição da capacidade neuromuscular leva a um declínio funcional e da autonomia do idoso, provocada pela perda de equilíbrio e de velocidade de marcha (Fiatarone et al., 1990; Roubenoff, 2003; Taaffe et al., 2009), que prejudica a capacidade de realização de inúmeras tarefas do dia-a-dia, como levantar da cama, tomar banho, subir e descer escadas, ou

levantar-se de uma cadeira, com os custos que daí advém para o próprio e para a sociedade.

O declínio de força ocorre de uma forma relativa e não uniforme (Laforest et al., 1990; Vandervoort et al., 1990), e depende do grupo muscular em causa, ou seja, assume particular importância a perda de força no membro inferior, que é no idoso mais acentuada que nos membros superiores (Izquierdo et al., 1999), com maior ênfase para os músculos proximais da anca e coxa que parecem ser especialmente afetados pela atrofia muscular e pelo declínio de força (Larsson et al., 1979; Porter et al., 1995; Vandervoort, 2002). Estes declínios influenciam o equilíbrio, sendo este um dos principais fatores relacionados com o aumento do risco de queda (Schultz, 1992), principal causa de acidentes e morte nos idosos (Fleck & Kraemer, 2004). A capacidade de desenvolver força rapidamente, nomeadamente nos primeiros 200 ms da contração, é um aspeto fundamental para evitar quedas (Caserotti et al., 2008; Harries & Bassey, 1990; Lynch et al., 1999). No estudo de Izquierdo et al. (1999) verificou-se que a redução da potência no idoso é mais acentuada que da força isométrica máxima. Young e Skelton (1994) verificaram quebras de 1,5% de força por ano, enquanto a potência diminuía cerca de 3,5% no mesmo período em idosos entre os 65 e os 84 anos de idade. Hunter et al. (2004) verificou que a capacidade de força diminui a partir dos 50 anos a uma taxa de 1,2% a 1,5% por ano.

Vandervoort e McComas (1986) verificaram que um efeito adicional da idade foi o prolongamento no tempo de contração e relaxamento, efeito este que surge devido à maior lentidão do processamento de informação no idoso, com aumento da duração das fases de tratamento da informação sensorial, decisão e programação dos movimentos, e devido à diminuição da capacidade de contração e de coordenação intermuscular (maior coativação agonista/antagonista, ou seja, ocorre uma maior sobreposição entre o final da contração do musculo agonista que provoca a aceleração do movimento e o início do impulso antagonista frenador, levando a um maior tempo de aceleração do movimento e a um maior gasto energético),

o que aumenta o tempo de reação e diminui o reflexo de alongamento do idoso, mecanismo fundamental do controle da relação força/comprimento do músculo, e base do comportamento postural que permite antecipar desequilíbrios e evitar quedas (Macaluso & Vito, 2004; Petrella et al., 2005; Reeves et al., 2006).

A perda de força muscular com o envelhecimento leva a uma diminuição progressiva da capacidade de realizar esforços físicos (Marcell, 2003; Rantanen et al., 2000), e ao declínio gradual do VO₂máx ou potência aeróbia máxima (Conley et al., 2000; Eskurza et al., 2002; Pimentel et al., 2003; Pollock et al., 1997; Sehl & Yates, 2001; Tanaka et al., 1997; Trappe et al., 1996; Wilson & Tanaka, 2000;), este último considerado de uma perspectiva funcional um importante indicador da capacidade aeróbia (Arena et al., 2007; Forman et al., 2010). Estas ocorrências provenientes de alterações fisiológicas atingem vários sistemas orgânicos (Sehl & Yates, 2001) e provocam, em casos de alteração funcional e estrutural severa, a perda da capacidade funcional e autonomia do idoso. No VO₂máx, estas alterações ocorrem a nível estrutural e funcional dos sistemas orgânicos dos quais depende da modificação da composição corporal, devido a perda da massa muscular e aumento da percentagem de massa gorda (Hughes et al., 2002); a nível cardiovascular onde tanto os vasos sanguíneos como o coração sofrem alterações, que envolvem o miocárdio, as válvulas cardíacas, o sistema de condução, o pericárdio e as artérias coronárias (Butany & Ahluwalia, 2003; Spina et al., 2004; Tanaka et al., 2000; Vigo et al., 2005); a nível respiratório (Sehl & Yates, 2001); e a nível neuromuscular. O VO₂máx decresce entre 0,19 ml.kg⁻¹.min⁻¹ (Stathokostas et al., 2004) e 1,32 ml.kg⁻¹.min⁻¹ por ano (Dehn & Bruce, 1972), com um valor médio de 0,63 ml.kg⁻¹.min⁻¹ por ano, sendo que entre os 30 anos e os 70 anos de idade o VO₂máx tende a diminuir cerca de 30% (Gabbard, 2004). Contudo, o decréscimo do VO₂máx é afetado também pela doença, fatores sociais ou pelos hábitos de vida (Bortz, 2001).

O aparelho cardiovascular no idoso mantém a capacidade de responder a diferentes tipos de esforço, mas com o envelhecimento este

aparelho sofre alterações fisiológicas que mesmo sem a presença de doença cardíaca, diminuem a reserva funcional cardiovascular, contribuindo para a diminuição do VO₂máx (Lakatta, 1993). A diminuição progressiva da frequência cardíaca máxima (FCmáx) é uma dessas alterações que surge e que provoca uma redução do VO₂máx com o envelhecimento (Fitzgerald et al., 1997; Pollock et al., 1997; Tanaka et al., 1997; Wilson & Tanaka, 2000), variando entre 0,57 bat/ano (Eskurza et al., 2002) e 2,4 bat/ano (Stathokostas et al., 2004), com um valor médio de 0,89 bat/ano, não sendo influenciada pelo sexo (Astrand et al., 1973) ou pelo nível de atividade física (Fitzgerald et al., 1997; Pimentel et al., 2003) enquanto a frequência cardíaca de repouso ao contrário da frequência cardíaca máxima, mantém-se praticamente inalterada (Cafagna et al., 1997; McCardle et al., 1998). Relacionada com a diminuição da FCmáx está a redução do débito cardíaco máximo, que leva a uma redução no desempenho contráctil sistólico e diastólico do ventrículo esquerdo, principalmente devido à menor sensibilidade do miocárdio à ação da noradrenalina e adrenalina (Mazzeo et al., 1997; Proctor et al., 1998).

Referências Bibliográficas

Astrand, I., Astrand, P., Hallback, I. e Kilbom, A. (1973). Reduction in maximal oxygen uptake with age. *Journal of Applied Physiology*, 35 (5), 649-54.

Bortz, W. (2001). Nonage versus age. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(9), 527-8.

Bortz, W. (2001). Nonage versus age. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(9), 527-8.

Cafagna, D. e Ponte, E. (1997). Morphological and functional aspects of the cardiovascular system related to aging: does “aging heart” exist? *Minerva Med*, 88(12), 491-500.

Christensen, B.C., Houseman, E.A., Marsit, C.J., Zheng, S., Wrensch, M.R., Wiemels, J.L., Nelson, H.H., Karagas, M.R., Padbury, J.F., Bueno, R., Sugarbaker, D.J., Yeh, R.F., Wiencke, J.K. & Kelsey, K.T. (2009). Aging and environmental exposures alter tissue-specific DNA methylation dependent upon CpG island context. *PLoS Genetics*, 5(8):e1000602. doi: 10.1371/journal.pgen.1000602.

Clark, B.C. & Manini, T.M. (2008). Sarcopenia \neq dynapenia. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 63(8), 829-34.

Correia, P., Homens, P., Da-Silva, P., & Espanha, M. (2006). Função neuromuscular no idoso: a importância do treino de força. In J. Barreiros, M. Espanha e P. Pezarat-Correia (Eds.). *Atividade física e envelhecimento* (pp. 135-154). Lisboa: Edições FMH.

Daley, M. (2000). Exercise, Mobility and Aging. *Sports Medicine*, 29(1), 1-12

Dehn, M.M. & Bruce, R.A. (1972). Longitudinal variations in maximal oxygen intake with age and activity. *Journal of Applied Physiology*, 33(6): 805-7.

Doherty, T.J. (2003). Invited review: Aging and sarcopenia. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md. 1985). 95(4):1717-27.

FitzGerald, M.D., Tanaka, H., Tran, Z.V. & Seals, D.R. (1997). Age-related decline in maximal aerobic capacity in regularly exercising vs sedentary females: a meta-analysis. *Journal of Applied Physiology*, 83, 160–165.

Gabbard, C. (2004). *Lifelong Motor Development*, 4th Edition. San Francisco: Benjamin Cummings.

Hayflick, L. (1998). How and why we age. *Exp Gerontology*, 33(7-8), 639-653.

Johnston, A.P., De Lisio, M. & Parise, G. (2008). Resistance training, sarcopenia, and the mitochondrial theory of aging. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33(1),191-9. doi: 10.1139/H07-141.

Kamel H.K. (2003). Sarcopenia and aging. *Nutricion Reviews.*, 61(5 Pt 1),157-67.

Kemper, H. (1999). Exercise and the physical consequences for the aging people. In FMH (Edições), *Envelhecer melhor com a actividade física*. Lisboa

Lindle, R., Metter, E. e Lynch, N. (1997). Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-30 yr. *Journal of Applied Physiology*, 83, 1581-1587.

Mazzeo, R.S., Rajkumar, C., Jennings, G. & Esler, M. (1997). Norepinephrine spillover at rest and during submaximal exercise in young and old subjects. *Journal of Applied. Physiology*, 82, 1869 – 1874.

Mcardle, W.D., Katch, F.J. & Katch, V.L. (2008). *Exercise physiology: Energy, Nutrition & Human Performance*. 6th edition. Lippincott Williams & Wilkins

Mestre, O. (1999). O envelhecimento e a mobilização. *Prevenção de acidentes*. *Geriatrics*, 116 (12), 18-27.

Muscaritoli, M., Anker, S.D., Argilés, J., Aversa, Z., Bauer, J.M., Biolo, G., Boirie, Y., Bosaeus, I., Cederholm, T., Costelli, P., Fearon, K.C., Laviano, A., Maggio, M., Rossi, F., Schneider, S.M., Schols, A. & Sieber, C.C. (2010). Consensus definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia:

joint document elaborated by Special Interest Groups (SIG) "cachexia-anorexia in chronic wasting diseases" and "nutrition in geriatrics". *Clinical Nutrition* (Edinburgh, Scotland), 29(2), 154-9. doi: 10.1016/j.clnu.2009.12.004.

Peronnet, N.M. (1985), *Fisiologia aplicada na atividade física*. São Paulo, Manole.

"Pollock, M., Mengelkoch, L., Graves, J., Lowenthal, D., Limacher, M., Foster, C. e Wilmore,

J. (1997). Twenty-year follow-up of aerobic power and body composition of older athletes.

Journal of Applied Physiology, 82(5), 1411-1415."

Proctor, D.N., Shen, P.H., Dietz, N.M., Eickhoff, T.J., Lawler, L.A., Ebersold, E.J., Loeffler, D.L. & Joyner, M.J. (1998). Reduced leg blood flow during dynamic exercise in older endurance-trained men. *Journal of Applied Physiology*. 85(1), 68–75.

Pu, C.T., Johnson, M.T., Forman, D.E., Hausdorff, J.M., Roubenoff, R., Foldvari, M., Fielding, R.A. & Singh, M.A. (2001). Randomized trial of progressive resistance training to counteract the myopathy of chronic heart failure. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md.: 1985), 90(6), 2341-50.

Rantanen, T. e Heikkinen, M. (1998). Association of muscle strength with maximum walking speed in disabled older women. *American Journal of Physiology in Medicine Rehabilitation*, 77, 299–305.

Rosenberg, I. (1997). Sarcopenia: origins and clinical relevance. *Journal of Nutrition*, 127(5 Suppl):990S-991S.

Roth, S.M., Ferrell, R.F., Hurley, B.F. (2000). Strength training for the prevention and treatment of sarcopenia. *Journal of Nutrition, Health & Aging*, 4(3),143-55.

Spiriduso, W.W. (2005). *Dimensões físicas do envelhecimento*. Barueri: Manole.

Stathokostas, L., Jacob-Johnson, S. & Paterson, D. (2004). Longitudinal changes in aerobic power in older men and woman. *Journal of Applied Physiology*, 97(2): 781-789.

Tanaka, H., Desouza, C.A., Jones, P.P., Stevenson, E.T., Davy, K.P. & Seals, D.R. (1997). Greater rate of decline in maximal aerobic capacity with age in physically active vs. sedentary healthy women. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md.:1985), 83(6),1947-53.

Vandervoort, A.A. (2002). Aging of the human neuromuscular system. *Muscle & Nerve*, 25(1), 17-25.

Vandervoort, A.A. & McComas, A.J. (1986). Contractile changes in opposing muscles of the human ankle joint with ageing. *Journal of Applied Physiology*, 61, 361–367

Wilson, T. e Tanaka, H. (2000). Meta-analysis of the age-associated decline in maximal aerobic capacity in men: relation to training status. *American Journal of Physiology – Heart and Circulatory Physiology*, 278(3), 829-834.

Zambrana, M. (1991). O Desporto na 3ª idade. *Revista Horizonte*, 8, 45, 1-8.

Capítulo 2

Resposta do perfil lipídico e hemodinâmico e da composição corporal ao processo de envelhecimento

Luis Leitão^{1,2}, Ana Pereira^{1,2}, Ana Cristina Figueira^{1,2}, Teresa Figueiredo^{1,2}

¹Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal

²Centro de Investigação em Qualidade de Vida (CIEQV), Rio Maior, Portugal

Várias alterações surgem na estatura, na massa gorda, na massa magra e nas subcomponentes da massa magra, incluindo as proteínas, minerais e água (Scott et al., 1994; Zamboni et al., 2005), provenientes do processo de envelhecimento. Em relação à estatura, sabe-se que se verifica uma diminuição de cinco a sete cm, entre os 30 e os 70 anos de idade para alguns grupos, com reduções superiores nas comunidades industriais e entre as classes socioeconómicas menos privilegiadas. Segundo Foss e Keteyian (2000), existe evidência adicional de que a massa esquelética e o conteúdo mineral do esqueleto diminuem e de que a massa adiposa do corpo aumenta nas pessoas mais idosas. Para McArdle et al. (1998), os valores médios evidenciam que com o aumento da idade após os 35 anos de idade, homens e mulheres tendem a aumentar de forma progressiva a sua massa corporal até a quinta ou sexta década de vida. Após os 60 anos de idade, observa-se uma redução na massa corporal total e de massa magra, embora ocorra um aumento na gordura corporal. O idoso ao adaptar-se a um estilo de vida mais sedentário e com uma redução simultânea no nível de atividade física diária provoca o aumento relativo na gordura corporal, podendo ocorrer até mesmo quando o consumo calórico diário se mantivesse inalterado (McArdle et al., 1998).

Com o decréscimo de 15 a 30% até aos 80 anos, a massa magra favorece a instalação de um metabolismo basal mais baixo, com a água corporal total a diminuir nos homens cerca de 0,3 kg/ano depois dos 30 anos e 0,7 kg/ano depois dos 70 anos nas mulheres (Daley, 2000). Os valores recomendados de massa gorda para as mulheres com idades compreendidas entre os 60 e os 69 situam-se entre 30% a 36%, de acordo com Barata (1997). Segundo este autor os valores mais exatos e consensuais na pessoa idosa do sexo feminino com idades superiores aos 60 anos devem-se situar nos seguintes: valor mínimo 22%, valor médio 26% e valor máximo: 31%. Nos homens os valores devem ser os seguintes: valor mínimo 16%, valor médio 19% e valor máximo 21%. Já a American Heart Association (AHA, 2005) apresenta como valores recomendados 26 a 35 % para mulheres com idades superiores a 60 anos.

O progressivo aumento de massa corporal através da acumulação de tecido adiposo, inicialmente na região do tronco, provoca aumento do risco de doença cardiovascular (Hu et al., 2001), de diabetes não insulino-dependente (Larsson et al., 1984; Zamboni et al., 2005), de hiperlipemia (Holmann, et al., 1997), de intolerância à glucose e de hiperinsulinemia (Kannel et al., 1967). Mesmo na ausência de aumento da massa corporal, há um aumento na quantidade de gordura corporal que acompanha o envelhecimento. Esse aumento provoca uma significativa diminuição no número de fibras musculares de contração rápida (Okuma, 2002), mesmo para os idosos magros que têm mais gordura corporal que jovens magros, a qual se localiza ao redor das vísceras, do fígado, do coração, do pâncreas, entre outros. Por sua vez, a função cardiovascular que depende da composição corporal, para além de outros fatores (Cotes et al., 2001) apresenta maior tendência de perda de capacidade se não for estimulada. O aumento da prevalência da obesidade que acontece com envelhecimento realça a acumulação de adiposidade peri visceral, sendo que no homem ocorre de uma forma gradual e na mulher após a menopausa de uma forma mais rápida, altura em que o fator de risco para doença coronária aproxima-se do risco que existe no homem (Sardinha et al., 2005). O aumento da

obesidade na zona do abdómen relaciona-se com o perfil lipídico, visto que se encontra associado a um aumento do LDL-Colesterol, bem como a uma diminuição do HDL-Colesterol (Sardinha & Teixeira, 1995), levando a um aumento do risco de doenças cardiovasculares e dislipidemia. Estas alterações para além de aumentarem o risco de todas as doenças como atrás foi referido, também afetam o idoso em termos de redução da sua capacidade funcional, perda de independência e qualidade de vida, levando a um aumento do risco de morbidade e mortalidade quando se relacionam com a composição corporal, índice glicémico e perfil lipídico desta população (Bales & Ritchie, 2002; Basurto et al., 2009; Baumgartner, 2006; Clark et al., 2010; Di Monaco et al., 2011; Goodpaster et al., 2003; Hsueh et al., 2006; Joseph et al., 2005; Manini & Clark, 2012; Muscaritoli et al., 2010; Rolland et al., 2008; Roubenoff, 2003; Stenholm et al., 2008; Villareal et al., 2004; Zoico et al., 2003).

Das várias alterações metabólicas que ocorrem no processo de envelhecimento o metabolismo lipídico é um dos que se encontra mais suscetível (Seres et al., 2004; Serban & Negru, 1998), verificando-se aumento dos níveis de triglicérides, colesterol total, de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), e diminuição dos níveis de concentração de lipoproteínas de alta densidade (HDL), o que poderá aumentar o risco de doenças cardiovasculares e aterosclerose (Berlin & Colditz, 1990; Frostergard et al., 2003; Glass & Witztum, 2001). Os valores recomendados pela AHA (2005), WHO (1997) e National Institute of Health (NIH, 1998) para os níveis de colesterol total, triglicérides e de glucose são os seguintes, colesterol total valores inferiores a 200 mg/dl, triglicérides valores inferiores a 150 mg/dl e de glucose valores inferiores a 100 mg/dl.

Um outro indicador de composição corporal é o índice de massa corporal (IMC), em que o NIH (1998) e American Heart Association (AHA, 2007) consideram que um indivíduo apresenta excesso de massa corporal para um IMC entre 25kg/m² e 29,9 kg/m² e obesidade para um IMC superior a 30kg/m². Launer et al. (1994) consideram que os valores

elevados de IMC no passado podem ser mantidos até a idade mais avançadas, podendo ser um fator de risco para a mobilidade e para a incapacidade motora na mulher idosa.

No perfil hemodinâmico o processo de envelhecimento associa-se à hipertrofia do ventrículo esquerdo (Cheitlin et al., 2003; Ferrari et al., 2003; Wakatsuki et al., 2004; Tonkin & Wing, 1996), levando ao aumento moderado do peso do coração (Ferrari et al., 2003). Apesar desta hipertrofia, a fração de ejeção e o volume sistólico mantêm-se e, devido à manutenção da frequência cardíaca de repouso, o débito cardíaco também (Cheitlin, 2003; Ferrari et al., 2003; Lakatta, 2003). No entanto, a contractilidade do miocárdio diminui, aumentando o seu tempo de duração, aumentando o período refratário e o tempo para chegar à sua força máxima (Cheitlin, 2003; Ferrari et al., 2003; Lakatta & Levy, 2003; Wakatsuki et al., 2004). De uma forma geral, o débito cardíaco máximo sofre uma diminuição entre 20 e 25%.

A principal alteração da função arterial, com o envelhecimento, é a perda da distensibilidade e complacência da aorta e dos seus ramos, fruto do aumento da rigidez das paredes arteriais (Stern et al., 2003; Tanaka et al., 2000; Vanbortel & Spek, 1998). A pressão arterial resulta da interação das resistências vasculares periféricas e da rigidez das artérias centrais. As resistências vasculares periféricas aumentam tanto a pressão arterial sistólica como a pressão arterial diastólica, ao contrário que a rigidez das artérias centrais aumenta a pressão sistólica mas diminui a diastólica (Lakatta & Levy, 2003). Com o envelhecimento, observa-se então um aumento da pressão sistólica e a uma diminuição da pressão arterial diastólica, levando a um aumento da pressão de pulso (a diferença entre a pressão arterial sistólica e a diastólica) no idoso (Lakatta & Levy, 2003; Stern et al., 2003; Tonkin & Wing, 1996; Whitworth et al., 2003). A pressão de pulso traduz a componente pulsátil da pressão arterial e é considerada um indicador hemodinâmico útil da rigidez vascular das artérias. O aumento da rigidez vascular da aorta e dos seus principais ramos, e o aumento das resistências vasculares periféricas devido ao processo de

envelhecimento, precedem assim, o desenvolvimento da hipertensão arterial (Mendes & Barata, 2008).

A pressão arterial elevada é um dos maiores fatores de risco das doenças cardiovasculares, influenciando o desenvolvimento das doenças das artérias coronárias, dos acidentes vasculares cerebrais, das doenças vasculares periféricas, de insuficiência cardíaca e de insuficiência renal (Whitworth et al., 2003; Williams et al., 2002).

Os valores limites para a pressão arterial são para a pressão arterial sistólica de 139 mmHg e para a diastólica de 89 mmHg, sendo considerado hipertensão arterial valores acima destes (AHA, 2011; Hall et al., 1997; NIH, 1998; WHO, 1998).

Referências bibliográficas

Scott, B., Going, D. e Lhoman, T. (1994). Aging, body composition and physical activity: a review. *Journal of Aging Physiology Act*, 2, 38-66.

AHA (2011). Updated guidelines for preventing heart disease and stroke in women focus on "real-world" recommendations. *Circulation*, 123,1243-1262.

Bales, C.W. & Ritchie, C.S. (2002). Sarcopenia, weight loss, and nutritional frailty in the elderly. *Annual Review of Nutrition*, 22, 309-323.

Barata, T. (1997). Benefícios da actividade física na saúde. *Actividade Física e Medicina Moderna* (133-144). Odivelas: Europress.

Basurto, L., Galván, R., Cordova, N., Saucedo, R., Vargas, C., Campos, S., Halley, E., Avelar, F. & Zárate, A. (2009). Adiponectin is associated with low bone mineral density in elderly men. *European Journal of Endocrinology*, 160(2), 289-93. doi: 10.1530/EJE-08-0569.

Baumgartner, T. A. (2006). Measurement and Evaluation Council: Past, Present, and future

Berlin, J.A. & Colditz, G.A. (1990). A meta-analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease. *American Journal of Epidemiology*, 132(4):612-28.

Cheitlin, M.D., Armstrong, W.F., Aurigemma, G.P., Beller, G.A., Bierman, F.Z., Davis, J.L., Douglas, P.S., Faxon, D.P., Gillam, L.D., Kimball, T.R., Kussmaul, W.G., Pearlman, A.S., Philbrick, J.T., Rakowski, H., Thys, D.M., Antman, E.M., Smith, S.C., Alpert, J.S., Gregoratos, G., Anderson, J.L., Hiratzka, L.F., Hunt, S.A., Fuster, V., Jacobs, A.K., Gibbons, R.J., Russell, R.O.; American College of Cardiology; American Heart Association & American Society of Echocardiography. (2003). ACC/AHA/ASE 2003 guideline update for the clinical application of echocardiography: summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/ASE Committee to Update the 1997 Guidelines for the Clinical Application of Echocardiography). *Circulation*, 108(9):1146-62.

Clark, D.J., Patten, C., Reid, K.F., Carabello, R.J., Phillips, E.M. & Fielding, R.A. (2010). Impaired voluntary neuromuscular activation limits muscle power in mobility-limited older adults. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 65, 495– 502.

Cotes, J., Chinn, D. & Reed, J. (2001). Body mass, fat percentage and fat free mass as reference variables for lung function: effects on terms for age and sex. *Thorax*, 56(11), 839-844.

Daley, M. (2000). Exercise, Mobility and Aging. *Sports Medicine*, 29(1), 1-12

Di Monaco, M., Schintu, S., Dotta, M., Barba, S., Tappero, R. & Grindi, P. (2011). Severity of unilateral spatial neglect is an independent predictor of functional outcome after acute inpatient rehabilitation in individuals with right hemispheric stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(8):1250-6.

Ferrari, A.U., Radaelli, A., Centola, M., 2003. Aging and the cardiovascular system. *Journal of Applied Physiology*. 95, 2591 – 2597.

Foss, M. & Keteyian, S. (2000): *Bases fisiológicas do exercício e do esporte*. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Frostegard, J., Wu, R., Lemne, C., Thulin, T., Witztum, J. L. & Faires, U. (2003). Circulating oxidized low-density lipoprotein is increases in hypertension. *Clinical Science* 105: 615-620.

Glass, C.K. & Witztum, J.L (2001). Atherosclerosis the road ahead. *Cell*, 104, 503-516.

Goodpaster, B. H., Katsiaras, A., & Kelley, D. E. (2003). Enhanced fat oxidation through physical activity is associated with improvements in insulin sensitivity in obesity. *Diabetes*, 52, 2191–2197.

Holmann, M., Runnbaum, B. e Gerhard, I. (1997). Impact of waist-hip-ratio and BMI on hormonal and metabolic parameters in young, obese women. *International Journal of Obesity*, 21, 476-483.

Hsueh, W., Mitchell, B. D., Aburomia, R., Pollin, T., Sakul, H., Gelderehm, M. G., et al. (2000). Diabetes in the Old Order Amish. Characterization and heritability analysis of the Amish Family Diabetes Study. *Diabetes Care*, 23(5), 595-601.

Hu, F., Stampfer, M., Solomom, C., Liu, S. Colditz, G e Manson, J. (2001). Physical activity and rick for cardiovascular events in diabetic women. *Annals of Internal Medicine*, 134,96- 105.

Joseph, J., Cole, G., Head, E. & Ingram, D. (2009). Nutrition, brain aging, and neurodegeneration. *Journal of Neuroscience.*, 29(41), 12795-801. doi: 10.1523/JNEUROSCI.3520-09.2009.

Larsson, B., Svardsudd, K., Welin, L., Wihelmsen, L., Bjortorp, P. e Tibblin, G. (1984). Abdominal adipose tissue distribucion, obesity and risk of cardiovascular disease and death. *British Medical Journal*, 288, 1401-1404.

Launer, L. Harris, T., Rumpel, C., e Madans J. (1994). Body Mass index, weight change and risk of mobility disability in middle-aged and older women. The epidemiologic follow-up study of NHANES I. Department of Psychiatry, Free University, Amsterdam, The Netherlands. *Journal of the American Medical Association*, 13, 271, 1093-1098.

McArdle, E Willian, D. (1998). *Fisiologia do exercício. Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A.

Muscaritoli, M., Anker, S.D., Argilés, J., Aversa, Z., Bauer, J.M., Biolo, G., Boirie, Y., Bosaeus, I., Cederholm, T., Costelli, P., Fearon, K.C., Laviano, A., Maggio, M., Rossi, F., Schneider, S.M., Schols, A. & Sieber, C.C. (2010). Consensus definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia: joint document elaborated by Special Interest Groups (SIG) "cachexia-anorexia in chronic wasting diseases" and "nutrition in geriatrics". *Clinical Nutrion* (Edinburgh, Scotland), 29(2), 154-9. doi: 10.1016/j.clnu.2009.12.004.

NIH (1998). Clinical guidelines on the identification, evaluation and treatment of overweight and obesity in adults. In Bethesda. (Ed.) National Institutes of Health and National Heart, Lung and Blood Institute.

OKUMA, S. (2002). O idoso e a atividade física – Fundamentos e Pesquisa. 2ª ed. Campinas, São Paulo: Papirus.

Rolland, Y., Czerwinski, S., Abellan, Van Kan G., Morley, J.E., Cesari, M., Onder, G., Woo, J., Baumgartner, R., Pillard, F., Boirie, Y., Chumlea, W.M. & Vellas, B. (2008). Sarcopenia: Its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *Journal of Nutrition Health and Aging*, 12(7), 433-450

Roubenoff, R. (2003) Exercise and inflammatory disease. *Arthritis & Rheumatism*, 49(2), 263- 6.

Sardinha, L. e Teixeira, P. (1995). Lipoprotein profile and subcutaneous body fat distribution in postmenopausal active women. *Portuguese Journal of Human Performance Studies*, 11(2), 28-34.

Sardinha, L., Gato, M. & Batista, F. (2005). Body composition determinants of lifetime total bone mineral accrual and loss in males and females. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, Doi: 10.1097/00005768-199905001-01183

Serban, M. G. & Negru, T. (1998). Lipoproteins, lipidic peroxidation and total antioxidant capacity in serum of aged subjects suffering from hyperglycemia. *Romanian Journal of Internal Medicine*, 36(1-2), 65-70.

Seres, I., Paragh, G., Deschene, E., Fulop, T. JR. & Khalil, A. (2004). Study of factors influencing the decreased HDL associated PON1 activity with aging. *Experimental Gerontology*, 39, 59-66.

Stenholm, S., Harris, T.B., Rantanen, T., Visser, M., Kritchevsky, S.B. & Ferrucci, L. (2008). Sarcopenic obesity: definition, cause and consequences. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 11(6), 693-700. doi: 10.1097/MCO.0b013e328312e37d.

Tonkin, A. & Wing, L. (1996). Management of isolated systolic hypertension. *Drugs*, 51:738- 749.

Villarreal G, Hamilton DA, Graham DP, Driscoll I, Qualls C, Petropoulos H, Brooks WM. (2004). Reduced area of the corpus callosum in posttraumatic stress disorder. *Psychiatric Research*, 131,227–235.

Wakatsuki, T., Schlessinger, J. & Elson, E.L. (2004). The biochemical response of the heart to hypertension and exercise. *Trend in Biochemical Sciences*, 29(11):609-17.

WHO. World Health Organization (2007). Steps to health A European framework to promote physical activity for health. <http://www.euro.who.int/Document/E90191.pdf>.

Zamboni, M., Mazzali, G., Zoico, E., Harris, T.B., Meigs, J.B., Di, F., V., Di Francesco, V., Fantin, F., Bissoli, L. & Bosello, O. (2005). Health consequences of obesity in the elderly: a review of four unresolved questions. *International Journal of Obesity*, 29:1011–1029.

Zamboni, M., Mazzali, G., Zoico, E., Harris, T.B., Meigs, J.B., Di, F., V., Di Francesco, V., Fantin, F., Bissoli, L. & Bosello, O. (2005). Health consequences of obesity in the elderly: a review of four unresolved questions. *International Journal of Obesity*, 29:1011–1029.

Zoico, E., Zamboni, M., Adami, S., Vettor, R., Mazzali, G., Tosoni, P., Bissoli, L. & Bosello, O. (2003). Relationship between leptin levels and

bone mineral density in the elderly. *Clinical Endocrinology (Oxford)*, 59, 97-103

Capítulo 3

Promoção da Saúde através da atividade física

Luis Leitão^{1,2}, Mauro Mazini³

¹Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal

²Centro de Investigação em Qualidade de Vida (CIEQV), Rio Maior, Portugal

³Faculdade Sudamérica de Cataguases, Brazil

O idoso a cada ano que passa vê a sua esperança media de vida a aumentar apesar de ser acompanhada por declínios na qualidade de vida e na capacidade funcional. O aumento da atividade física nesta população promove a redução nestes processos e atenua as alterações celulares ligadas á idade e às condições crónicas que promovem alterações no funcionamento dos órgãos e nas estruturas, especificamente na capacidade de produção de força e aparelho cardiorrespiratório. Estas “anomalias” podem ocorrer também devido a variados fatores de risco, diminuição dos níveis de atividade física e por existirem comportamentos sedentários com maior frequência. Se abordarmos as alterações a nível músculo-esquelético, verificamos que começam a existir limitações funcionais a nível motor, como por exemplo dificuldades em subir e descer escadas. Sem estratégias para combater estas alterações o idoso pode perder a sua autonomia e independência, visto que irá ter maior dificuldade em realizar as atividades diárias de vida (Verbrugge & Jette, 1994). Alterações comportamentais são uma solução viável e prática para combater estes declines, surgindo a prática de exercício físico como uma medida prioritária para combater o isolamento, falta de autonomia e independência do idoso. A literatura mostra que a prática de exercício físico promove estados mais favoráveis para o combate a incapacidades físicas e declíneo

cognitivo (Northey et al., 2018), ambos fundamentais para o idoso conseguir realizar as suas atividades diárias de vida.

Os níveis de mortalidade e as doenças cardiovasculares são na literatura os conteúdos mais analisados por investigadores a nível mundial nesta faixa etária, onde se verifica que a atividade física está intimamente relacionada com a prevenção mortalidade e doenças cardiovasculares reduzindo o seu risco de forma significativa. Esta relação potencia o desenvolvimento e o aumento das variadas condições crónicas. (Ekelund et al., 2019; Pedersen & Saltin, 2015).

Relacionado com estes benefícios encontra-se também a composição corporal dos idosos, que nestas idades sofrem alterações devido à perda de massa muscular e alterações hormonais, que combinadas alteram a capacidade funcional dos indivíduos. A prática de atividade física de forma regular ajuda a atenuar a acumulação de gordura corporal e a diminuição de massa muscular e massa óssea que ocorre com o processo de envelhecimento (Distefano & Goodpaster, 2018). Estas alterações que surgem com o envelhecimento devem-se também à diminuição de comportamentos ativos por parte do idoso, visto que estes passam mais tempo de forma sedentária, o que promove limitações funcionais e ao aumento do risco de incapacidades e mortalidade, fatores fundamentais para o aumento da qualidade de vida, autonomia e Independência do idoso. Também, a alteração a nível ósseo viva especificamente densidade óssea, aumenta o risco de fratura musculoesquelética promovendo níveis de Independência altos para esta faixa etária. O aumento da atividade física promove não só o atenuar destes efeitos, como também potencia o aumento da massa óssea, o equilíbrio e a mobilidade, diminuindo o risco de queda e prevenindo fraturas futuras no idoso. Para além destes benefícios, verificamos também a nível físico motor aumentos a nível de força e potência muscular, de capacidade cardiorrespiratória e de velocidade de caminhada (Van Abbema et al., 2015).

Quando falamos em composição corporal no idoso estamos a considerar a massa muscular, a massa gorda, massa óssea, sangue e outros

tecidos (Wang et al., 1992). Para avaliar a composição corporal existem inúmeras técnicas sendo a absorciometria de raios X de dupla energia (DXA), a bio impedância e as pregas cutâneas as mais usadas. Outras variáveis usadas para analisar a composição corporal são a circunferência da cintura, altura, peso, e o índice de massa corporal (IMC, kg/m²) (Madden & Smith, 2016; Wang et al., 1992).

A nível de reservas energéticas o nosso corpo utiliza o tecido adiposo para essa função independentemente de este ter também uma função imunitária e hormonal para a regulação da temperatura corporal e proteção de vários tecidos a nível mecânico. O tecido adiposo sofre alterações de forma muito rápida, ou seja, adapta-se rapidamente a necessidades metabólicas do nosso organismo através de alterações no número e na dimensão das várias células adiposas, sendo que com o aumento da idade a distribuição do tecido adiposo a nível corporal varia (Goodpaster et al., 2006). Se de uma forma geral a quantidade de massa gorda aumenta num indivíduo devido a um excesso calórico diário ingerido, no idoso o mesmo não ocorre, visto que nesta faixa etária o acumular de massa gorda deriva pela diminuição do gasto energético através da diminuição significativa da massa muscular. Estas alterações promovem acumulação gordura, em repouso o gasto energético também diminui, as hormonas de crescimento GH e a testosterona diminuem a sua quantidade promovendo assim um aumento da gordura no corpo do idoso (Elia et al., 2000; St-Onge & Gallagher, 2010; Villareal et al., 2005). Estas alterações na gordura corporal diferem entre géneros, com o homem ter um maior aumento da sua gordura corporal em comparação com a mulher até aos 70 a 75 anos, para após estas idades ver a sua gordura corporal diminuir (Goodpaster et al., 2006).

Sendo que a prática de exercício ajuda a combater este acumular de gordura, a literatura mostra que exercício físico/atividade física de baixa intensidade ajuda a aumentar o gasto energético entre os idosos promovendo assim estados de menor acumulação de gordura, combatendo assim os efeitos negativos do processo de envelhecimento (Füzéki et al.,

2017). Cada vez mais o exercício é considerado um medicamento não farmacológico eficaz para evitar o acúmulo excessivo de gordura e contribuir para a redução da gordura corporal, tendo os exercícios de força, aeróbios e combinados um grau de efetividade elevado para a redução de massa gorda e da percentagem de gordura corporal entre os idosos (Leitão et al., 2022; Mazini et al., 2022).

A prática de exercício físico submete os tecidos musculoesqueléticos do idoso a sucessivas cargas, estas para além de contribuírem para a perda de massa muscular, aumentar a síntese proteica, reduzir infiltração de gordura nos tecidos musculares e melhorar o funcionamento dos vasos sanguíneos e neurais ajuda também a aumentar os níveis de densidade mineral óssea (Cartee et al., 2016; Distefano & Goodpaster, 2018). Alguns estudos mostram que o treino de força muscular e dos tipos de exercício mais eficazes para o aumento e melhoria da massa muscular em comparação com exercícios aeróbios, sendo o treino de força com cargas altas fundamental para potenciar o aumento da massa muscular (Landi et al., 2014; Csapo & Alegre, 2016). A capacidade do músculo se adaptar a estas cargas de baixa, moderada e alta intensidade diminui com o avançar da idade, ocorrendo o mesmo com os ganhos de massa muscular (Cartee et al., 2016). Independentemente da idade potenciar alterações na forma como ocorrem os benefícios do exercício físico no idoso temos de ter atenção que, a prática de exercício físico aumenta os níveis de atividade física e contribui para um estilo de vida ativo que atenua a perda de massa muscular e os efeitos negativos de comportamentos sedentários na componente musculoesquelética do idoso (Leitão et al., 2022).

No adulto a massa óssea é mantida através da remodelação óssea, um processo que resulta da interação dos osteoblastos e dos osteoclastos, no entanto, no idoso o conteúdo mineral ósseo e a densidade mineral óssea diminuem com o processo de envelhecimento devido ao desequilíbrio na reabsorção e formação óssea. Esta perda de massa óssea inicia-se a partir da terceira década de vida, na medida que o osso cortical é mantido até à meia-idade nas mulheres e até uma idade mais avançada nos homens. Nas

mulheres, ocorre uma rápida perda óssea durante a pré-menopausa e na transição precoce para a menopausa devido a um declínio nas concentrações de estrogénio, motivo que leva a que as mulheres vejam a sua quantidade óssea a diminuir mais do que os homens. A taxa de decréscimo mineral ósseo na anca é de aproximadamente 0,5% por ano após os 70 anos, acelerando com o aumento da idade. Este decréscimo está relacionado com a toma de medicação e o aparecimento de doenças crónicas (Drake et al., 2015).

Sabendo que a prática de exercício físico é fundamental para potenciar e atenuar a massa mineral óssea, através das cargas aplicadas no sistema músculo esquelético com o movimento desportivo, os efeitos do processo de envelhecimento prevalecem nestas idades. Estas cargas são influenciadas pela quantidade de força muscular que existe nos vários segmentos corporais do idoso, pelo que o decréscimo de massa e força muscular irá promover contrações menor intensidade e de menor potência, afetando assim os efeitos na densidade mineral óssea. Para todos os idosos é recomendado pela literatura a prática de treino de força com o peso corporal para fortalecimento muscular e para manutenção da massa muscular (Cosman et al., 2014). Ao contrário do treino aeróbio que promove benefícios gerais no idoso o mesmo não ocorre no treino de força, o que tem que se ter atenção aquando da sua prescrição de forma a potenciar zonas cruciais e alvos de fratura por quedas como o colo do fémur e a coluna vertebral (Benedetti et al., 2018). A prática de exercício físico promove assim um desacelerar da perda de massa mineral óssea relacionada com a idade e um aumento da força muscular, densidade óssea e potência muscular. Estes benefícios podem ser potenciados através da alta correlação que existe entre dose resposta com a prática de treino de força ou variados tipos de exercício como por exemplo treino multicomponente ou treino de força combinado com atividades de alto impacto (estímulo de carga mecânica cria magnitudes e taxas de tensão diferentes da atividade diária habitual do idoso) (Benedetti et al., 2018; Marques et al., 2012). Independentemente de vários estudos mostrarem

estes benefícios, também vários tipos de treino que recorrem a apenas ao peso corporal contribuem para atenuar a perda de massa mineral óssea em indivíduos com osteoporose. O simples caminhar gera apenas uma ligeira carga mecânica modesta no sistema músculo-esquelético, o que pode não ser suficientemente intenso para promover ganhos ósseos em idades mais avançadas, mas pode contribuir para a manutenção da densidade óssea. O estudo de Martyn-St James & Carroll (2008) mostrou que intervenções de caminhada a longo prazo conduzem a melhorias modestas na massa mineral óssea da anca em mulheres pós-menopáusicas previamente sedentárias.

Assim, de forma geral, a prática de exercício físico prescrito de acordo com cada sujeito pode potencializar os benefícios suficientes para contrariar os efeitos negativos do processo de envelhecimento e de todas as doenças e comorbidades que daí podem advir.

Referências Bibliográficas

Benedetti, M. G., Furlini, G., Zati, A., & Letizia Mauro, G. (2018). The effectiveness of physical exercise on bone density in osteoporotic patients. *BioMed Research International*, 2018, 4840531. <https://doi.org/10.1155/2018/4840531>

Cartee, G. D., Hepple, R. T., Bamman, M. M., & Zierath, J. R. (2016). Exercise promotes healthy aging of skeletal muscle. *Cell Metabolism*, 23(6), 1034–1047. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2016.05.007>

Cosman, F., de Beur, S. J., LeBoff, M. S., Lewiecki, E. M., Tanner, B., Randall, S., & Lindsay, R. (2014). Clinician's guide to prevention and treatment of osteoporosis. *Osteoporosis International*, 25(10), 2359–2381. <https://doi.org/10.1007/s00198-014-2794-2>

Csapo, R., & Alegre, L. M. (2016). Effects of resistance training with moderate vs heavy loads on muscle mass and strength in the elderly: A meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(9), 995–1006. <https://doi.org/10.1111/sms.12536>

Distefano, G., & Goodpaster, B. H. (2018). Effects of exercise and aging on skeletal muscle. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 8(3), a029785. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a029785>

Drake, M. T., Clarke, B. L., & Lewiecki, E. M. (2015). The pathophysiology and treatment of osteoporosis. *Clinical Therapeutics*, 37(8), 1837–1850. <https://doi.org/10.1016/j.clinthera.2015.06.006>

Ekelund, U., Tarp, J., Steene-Johannessen, J., Hansen, B. H., Jefferis, B., Fagerland, M. W., Whincup, P., Diaz, K. M., Hooker, S. P., & Chernofsky, A. (2019). Dose-response associations between accelerometry measured physical activity and sedentary time with all-cause mortality: A systematic review and harmonised meta-analysis. *BMJ*, 366, 14570. <https://doi.org/10.1136/bmj.14570>

Elia, M., Ritz, P., & Stubbs, R. J. (2000). Total energy expenditure in the elderly. *European Journal of Clinical Nutrition*, 54(Suppl 3), S92-103. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601030>

Goodpaster, B. H., Park, S. W., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Nevitt, M., Schwartz, A. V., Simonsick, E. M., Tylavsky, F. A., Visser, M., & Newman, A. B. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: The health, aging and body composition study. *The Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(10), 1059–1064. <https://doi.org/10.1093/gerona/61.10.1059>

Landi, F., Marzetti, E., Martone, A. M., Bernabei, R., & Onder, G. (2014). Exercise as a remedy for sarcopenia. *Current Opinion in Clinical Nutrition*

& Metabolic Care, 17(1), 25–31.
<https://doi.org/10.1097/mco.0000000000000018>

Madden, A. M., & Smith, S. (2016). Body composition and morphological assessment of nutritional status in adults: A review of anthropometric variables. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 29(1), 7–25.
<https://doi.org/10.1111/jhn.12278>

Marques, E. A., Mota, J., & Carvalho, J. (2012). Exercise effects on bone mineral density in older adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Age*, 34(6), 1493–1515. <https://doi.org/10.1007/s11357-011-9311-8>

Martyn-St James, M., & Carroll, S. (2008). Meta-analysis of walking for preservation of bone mineral density in postmenopausal women. *Bone*, 43(3), 521–531. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2008.05.012>

Northey, J. M., Cherbuin, N., Pumpa, K. L., Smee, D. J., & Rattray, B. (2018). Exercise interventions for cognitive function in adults older than 50: A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 52(3), 154–160. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096587>

Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2015). Exercise as medicine—evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(Suppl 3), 1–72.
<https://doi.org/10.1111/sms.12581>

St-Onge, M.-P., & Gallagher, D. (2010). Body composition changes with aging: The cause or the result of alterations in metabolic rate and macronutrient oxidation? *Nutrition*, 26(2), 152–155.
<https://doi.org/10.1016/j.nut.2009.07.004>

Van Abbema, R., De Greef, M., Crajé, C., Krijnen, W., Hobbelen, H., & Van Der Schans, C. (2015). What type, or combination of exercise can

improve preferred gait speed in older adults? A meta-analysis. *BMC Geriatrics*, 15, 72. <https://doi.org/10.1186/s12877-015-0061-9>

Villareal, D. T., Apovian, C. M., Kushner, R. F., & Klein, S. (2005). Obesity in older adults: Technical review and position statement of the American Society for Nutrition and NAASO, The Obesity Society. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 82(5), 923–934. <https://doi.org/10.1093/ajcn/82.5.923>"

Wang, Z. M., Pierson, R. N., Jr, & Heymsfield, S. B. (1992). The five-level model: A new approach to organizing body-composition research. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 56(1), 19–28. <https://doi.org/10.1093/ajcn/56.1.19>

Capítulo 4

Exercício Físico, treino de força e treino aeróbio

Luis Leitão^{1,2}

¹Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal

²Centro de Investigação em Qualidade de Vida (CIEQV), Rio Maior, Portugal

A prática sistemática de atividade física em idosos pode trazer vários benefícios ao nível do aumento da força muscular, da melhoria da capacidade cardiorrespiratória, da massa corporal, do aumento da densidade óssea, da melhoria do humor e da autoestima e a redução da ansiedade e da depressão (Matsudo et al., 2000; Novaes et al., 2013; Pelesudo, 2005; Spirduso, 2005; Shephard, 2009).

A atividade física regular tem uma importante influência sobre a capacidade funcional, qualidade de vida e saúde mental do idoso, podendo prolongar o ciclo de vida de uma pessoa em um a dois anos, melhorar a autoestima e sensação de autoeficácia, bem como reduzir o risco de ansiedade e depressão (Shephard, 1997). Ao nível do perfil hemodinâmico vários benefícios ocorrem por alterações cardiovasculares (diminuições na frequência cardíaca de repouso, no débito cardíaco de repouso, na resistência periférica e no volume plasmático); por alterações endócrinas e metabólicas; e por alterações na composição corporal (efeito diurético, aumento da força e da massa muscular).

A atividade física é um fator primordial na qualidade de vida do idoso, embora o tipo de exercício a ser realizado seja influenciado pela capacidade funcional e pela motivação de cada idoso. Vários são os

benefícios que advêm com a prática sistemática de exercício físico ao nível do controlo da diabetes, da artrite, das doenças cardíacas e dos problemas com colesterol alto e hipertensão (Novaes et al. 2013; Okuma, 2006).

Reconhecendo o efeito benéfico da participação em programas de exercício e atividade física na promoção da saúde, o American College of Sports Medicine (Chodzko-Zajko et al., 2009) e a American Heart Association (Nelson et al., 2007) recomendam a atividade física regular como um ótimo meio de prevenir o risco de doença ou morte prematura, bem como de evitar o declínio global dos parâmetros fisiológicos. Assim, de todos os benefícios que advêm da prática regular da atividade física, podem ser distinguidos dois grandes objetivos a alcançar. Por um lado, melhorar e obter ganhos em termos de saúde geral, e por outro, melhorar a aptidão física dos indivíduos.

Os programas de força muscular em idosos (Brown, et al., 1990; Fleck & Kraemer, 2004; Pereira et al., 2012; Taaffe et al., 2009) proporcionam múltiplos benefícios para a sua saúde e qualidade de vida e no aumento da força e potência muscular. Estes aumentos de força e potência muscular podem ocorrer devido a modificações neurais e devido ao estímulo da promoção do anabolismo proteico por parte do exercício físico, levando a adaptações morfológicas e metabólicas específicas no tecido muscular esquelético (Koopman & Van Loon, 2009), verificando-se um aumento superior da massa muscular no início de um programa de treino devido a um conjunto de transformações neuromusculares, tais como o aumento do número de unidades motoras recrutadas e/ou da taxa de descarga, a diminuição da ativação dos músculos antagonistas, alterações na arquitetura muscular, nomeadamente no ângulo de penação, maior rigidez do tendão e hipertrofia seletiva das fibras do tipo II (Chodzko-Zajko et al., 2009).

Pereira et al. (2012), com um programa de treino de potência de 12 semanas verificou aumentos na contração isométrica (57%-61%) e na potência muscular (14%-40%). A amostra de estudo foi dividida em dois grupos, um grupo experimental (n=28; 62,5±5,4 anos) que ao longo de 12

semanas foi sujeito a um programa de potência muscular, com a frequência de três vezes por semana, com intensidades de 40% a 75% de 1RM, 3 series de 4-12 repetições nos exercícios de força (flexão de antebraço; exercícios lombares), e exercícios de salto com contramovimento e lançamento de bola medicinal (1,5Kg) com 3 minutos de intervalo entre exercícios e 2 minutos de intervalo entre series, e um grupo de controlo (n=28; 62,2±4,2 anos) que manteve os seus hábitos diários.

Pereira et al. (2013), com um programa de oito semanas de força e de força combinado com trabalho aeróbio com steps verificou, aumentos na força muscular no exercício de leg- press e de extensão da perna em ambos os grupos, embora os ganhos de força no trem inferior tenham sido superiores com o programa isolado de força. A amostra de estudo foi dividida em três grupos, um grupo de controlo, um grupo de treino de força (n=13; 61,0±9,3 anos) e um grupo de treino combinado de step e força (n=11; 58,3±8,1 anos), concluindo que o treino de força é uma forma eficaz de aumentar a força dinâmica máxima apenas com dois exercícios para o trem superior e inferior por sessão, e que o treino combinado é um método que leva ao aumento da qualidade de vida e ao prolongamento da independência do idoso.

Taaffe et al. (2009), com um programa de 24 semanas de treino de força em idosos verificou aumentos na massa magra e na força muscular, com aumentos médios de 50,4% no trem superior e 47,9% no trem inferior. O programa de treino da força muscular decorreu duas vezes por semana, com a duração de uma hora cada sessão, onde idosos entre os 65-83 anos realizaram exercícios para o trem superior e inferior, com 3 series de 8 repetições. Na primeira semana de treino a intensidade foi de 65% de 1RM, na segunda semana aumentou para 70% de 1RM, e nas restantes aumentou para 75% de 1RM.

Lovell et al. (2010) verificou que com 16 semanas de treino de força provoca aumentos de 90% na força isométrica máxima, tal como em outros estudos (Ivey et al., 2000; Seynnes et al., 2004) e na potência muscular com aumentos na taxa de produção de força de 500ms para os músculos do trem

inferior (Izquierdo et al., 2001). A amostra de estudo foi dividida em dois grupos, um grupo de treino (n=12; 75,2±0,8 anos) que foi sujeito a um programa de treino da força de 3 séries com 6 a 10 repetições nos exercícios de agachamento inclinado com intensidade de 70-90% de 1RM, com a frequência semanal de três vezes, e um grupo de controlo (n=12; 73,7±1 anos) que manteve as suas atividades diárias.

Também Elliot et al. (2002) com um programa de força de baixa intensidade e de apenas 8 semanas encontrou aumentos na força muscular, com aumentos de 120% no movimento de supino plano, aumentos de 80% no exercício de leg-press, e aumentos de 650% na extensão do joelho.

Carvalho et al. (2004) refere que um programa complementar de trabalho específico de força, paralelamente a aulas de manutenção (exercícios calisténicos de mobilização geral), é suficiente para criar efeitos positivos nos níveis de força muscular, e que um trabalho de força muscular realizado com bandas elásticas de resistências variáveis demonstrou-se como uma estratégia efetiva, de baixo custo e fiável de saúde pública ao promover benefícios relacionados com a atividade física e a saúde na população idosa (Jette et al., 1999).

No processo de envelhecimento deve ser levado em conta que os indivíduos possuem capacidades como o equilíbrio, capacidade articular e sua mobilidade debilitados, por isso surge a necessidade de manter, ou até aumentar, a capacidade de força e volume muscular, facto que permite a melhoria da rotina do seu quotidiano, proporcionando a diminuição do risco de quedas (Caserotti et al., 2008; Rose, 2003).

Resumindo, diferentes estudos demonstram que as pessoas idosas são capazes de melhorar a sua capacidade de desenvolver força, levando a uma melhoria na aptidão funcional, aspeto determinante para a manutenção da autonomia diária do idoso e conseqüentemente a um aumento da qualidade de vida, para além de manter e melhorar a capacidade aeróbia. (Frontera & Bigard, 2002). Este efeito na capacidade aeróbia surge através da diminuição da frequência cardíaca e da pressão arterial em esforços submáximos de marcha, tornando-se relevante uma vez que diminui o risco

de acidente cardiovascular perante uma determinada tarefa submáxima ao requerer um menor esforço e, assim, induzir um menor stress cardiovascular (Carvalho et al, 2004).

O treino aeróbio promove melhorias significativas no sistema aeróbio do idoso promovendo a resistência cardiovascular, definida como pico máximo no consumo de oxigénio (Misic et al., 2009). Os idosos saudáveis encontram-se capacitados para suportarem as exigências de um programa de treino de resistência cardiorrespiratória e experienciam adaptações cardiorrespiratórias positivas, que em termos absolutos tendem a ser menores no idoso do que no jovem, contudo as melhorias em relação ao VO₂máx na resposta metabólica submáxima e tolerância ao exercício são geralmente semelhantes às verificadas no jovem (Chodzko-Zajko et al., 2009). O exercício de resistência cardiovascular no idoso promove a diminuição da FC em repouso e em exercício submáximo, e da pressão arterial sistólica e diastólica, promovendo o aumento do volume sistólico. Estas alterações verificam-se também durante o esforço máximo, levando ao aumento do volume sistólico, do débito cardíaco, da contractilidade do miocárdio e do consumo máximo de oxigénio. Por outro lado, a resistência vascular periférica e a pressão arterial diastólica e sistólica diminuem (Sagiv, 1994). A participação prolongada em exercício cardiorrespiratório com intensidades vigorosas encontra-se associada a uma elevada reserva cardiovascular e adaptações no músculo-esquelético que permite aos indivíduos idosos treinados a manutenção da carga de exercício submáximo com menor stress cardiovascular, menor fadiga muscular e elevados níveis de aptidão funcional em comparação com idosos destreinados (Arnett et al, 2008; Chodzko-Zajko et al., 2009). Segundo a ACSM (Chodzko-Zajko et al., 2009), programas de resistência cardiorrespiratória com intensidades $\geq 60\%$ do VO₂máx, com frequência igual ou superior a três vezes semanais e num período de treino superior a 16 semanas promovem o aumento significativo do VO₂máx em adultos idosos saudáveis. A média de aumento reportado no VO₂máx é de 3,8 ml.kg⁻¹.min⁻¹ ou de 16,3% quando comparados aos sujeitos não

praticantes (Chodzko- Zajko et al., 2009). Motoyama et al. (1995) com um programa de treino aeróbio de baixa intensidade reportou melhorias no perfil lipídico de idosos, com diminuições significativas de colesterol total e triglicédeos.

Devido às adaptações cardiovasculares e ao aumento da extração de oxigénio pelo músculo-esquelético provenientes do treino cardiorrespiratório o $VO_{2máx}$, na faixa etária entre os 40 e os 50 anos, aumenta cerca de 20% (Lakatta, 1993). No estudo de McGuire et al. (2001), verificaram que o $VO_{2máx}$ absoluto aumentou 14%, correspondente a um acréscimo de 17% quando expresso em função da massa isenta de gordura com uma amostra de cinco sujeitos com idades aproximadas de 50 anos, devido a um aumento da diferença arteriovenosa de oxigénio ($Da-vO_{2máx} = 1,4ml/100ml$, 10,1 %) e á manutenção do débito cardíaco máximo. Isto contrasta com as adaptações ao treino 30 anos antes nesta mesma amostra de estudo, onde o aumento do $VO_{2máx}$ ocorreu devido ao aumento do débito cardíaco máximo ($VO_{2máx} = 2,8 l.min^{-1}$, 14%) e da $Da-vO_2$ ($Da-vO_2 = 0,9 ml/100ml$, 5%) (McGuire et al., 2001; Saltin et al., 1968). Com idosos mais velhos (60 a 69 anos), o efeito do treino mantém-se independente da idade, do género ou do nível inicial de capacidade aeróbia (Kohrt et al., 1991). Estes resultados experimentais sugerem que a adaptabilidade do aparelho cardiovascular ao exercício reduz-se substancialmente com a idade, limitando a possibilidade de melhoria da potência aeróbia.

Segundo Pollock et al., (1987) a prática desportiva e competitiva ajuda a manter o $VO_{2máx}$ entre os 50 e os 60 anos, sendo que apesar da frequência cardíaca máxima diminuir com a idade a manutenção da potência aeróbia máxima ocorre devido a existência de adaptações cardíacas ou periféricas compensatórias induzidas pelo treino de resistência.

Ehsani et al., (2003) ao analisar o efeito de um programa de treino aeróbio de alta intensidade numa amostra constituída por homens e mulheres com uma média de idades de 83 anos, verificou um aumento de

14% na potência aeróbia, aumento que se deveu se a um maior débito cardíaco máximo e a um ligeiro acréscimo no valor da $\dot{V}O_2$, no caso das mulheres. Mesmo nestas idades (+80 anos) o treino provoca a diminuição da frequência cardíaca e da atividade metabólica do coração em intensidades submáximas de exercício (Spina et al., 2004), levando ao decréscimo do risco de doenças cardiovasculares ao aumento da qualidade de vida e autonomia do idoso.

Hardman et al. (1994) com o objetivo de analisar o efeito de 12 semanas de marcha na resistência muscular e em variáveis lipoproteicas (triglicérides, colesterol total, HDL- Colesterol) verificaram diminuições significativas na frequência cardíaca e na concentração de lactato, para além de aumentos na concentração de HDL-Colesterol, sugerindo que o treino aeróbio é de extrema importância para a diminuição do risco de doenças cardiovasculares. A amostra de estudo foi dividida em dois grupos, um grupo de caminhada ($47,30 \pm 2,0$ anos) que ao longo de 12 semanas realizou caminhadas a uma velocidade de $1,76 \pm 0,03$ ms⁻¹, e um grupo de controlo ($n=10$; $41,6 \pm 1,2$ anos) que manteve as suas atividades diárias.

Hallage et al. (2010) ao analisar o efeito de um programa aeróbio de steps de doze semanas verificou que este tipo de programa poder ser uma excelente opção de exercício físico, pois promove o aumento da capacidade funcional, através da melhoria dos seguintes testes: T6M, SA, AC, LS, FA e S2.44. A amostra de estudo foi constituída por 13 adultos e sujeita a 12 semanas de treino, com três sessões por semana de 30-60min, recorrendo à bateria de testes de Rikli e Jones (1999). As avaliações foram realizadas no início e no fim do programa, e após um mês de destreino.

Lobo et al. (2010) pretendeu analisar o efeito de três estratégias de intervenção (1, programa de treino aeróbio; 2, programa de treino de força; 3, promoção de educação para a saúde) ao longo de um ano nos níveis de atividade física, de capacidade funcional, de qualidade de vida e de fatores de risco de doenças cardiovasculares em idosos. A amostra de estudo foi dividida em quatro grupos, um grupo de controlo ($n=19$), um grupo de promoção de educação para a saúde ($n=52$), um grupo de treino aeróbio

(n=49), e um grupo de treino de força (n=37). Todos os grupos foram sujeitos a dois momentos de avaliação para analisar os efeitos de cada uma das estratégias, o primeiro momento antes do seu início e o segundo após o seu término, utilizando a bateria de testes de Rikli e Jones (1999) para analisar os efeitos na capacidade funcional, uma análise bioquímica de sangue após recolha do mesmo em cada idoso com 12h de jejum, para análise da glucose, triglicéridos, HDL-Colesterol, LDL-Colesterol e colesterol total, e um esfigmomanómetro para analisar a pressão arterial. Como resultados finais obteve melhorias significativas na pressão arterial sistólica e diastólica, nos valores de colesterol e glucose, na força muscular e na flexibilidade no grupo do treino de força, melhorias na pressão arterial sistólica e diastólica, nos valores de colesterol e glucose, na capacidade cardiorrespiratória, na flexibilidade, na força muscular do trem inferior e na agilidade no grupo de treino aeróbio.

Em síntese, o trabalho aeróbio parece melhorar o VO₂ máx, diminuir a pressão arterial sistólica e diastólica, diminuir o volume sistólico e a frequência cardíaca em repouso, e diminuir a resistência periférica e aumentar o débito cardíaco em esforço máximo.

Referências Bibliográficas

Brown, A.B., McCartney, N. & Sale, D.G. (1990). Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly. *Journal of Applied Physiology*, 69: 1725-33.

Carvalho, J., Marques, E., & Mota, J. (2008). Training and detraining effects on functional fitness after a multicomponent training in older women. *Gerontology*, 55, 41-48. doi: 10.1159/000140681

Caserotti, P., Aagaard, P., Larsen, J.B. & Puggaard, L. (2008). Explosive heavy-resistance training in old and very old adults: changes in rapid

muscle force, strength and power. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 18(6), 773-782.

Chodzko-Zajko, W.J., Proctor, D.N., Fiatarone Singh, M.A., Minson, C.T., Nigg, C.R., Salem, G.J., & Skinner, J.S. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and Physical Activity for Older Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41 (7), 1510- 1530. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c.

Ehsani, A., Spina, R., Peterson, L., Rinder, M., Glover, K., Villareal, D., Binder, E. & Holloszy, J. (2003). Attenuation of cardiovascular adaptations to exercise in frail octogenarians. *Journal of Applied Physiology*, 94(2): 764-9

Elliott, K.J., Sale, C. & Cable, N.T. (2002). Effects of resistance training and detraining on muscle strength and blood lipid profiles in postmenopausal women. *British Journal of Sports Medicine*, 36(5):340-344.

Fleck, S.J. & Kraemer, W.J. (2004). *Designing resistance training programs*. 3rd edition. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.

Frontera, W.R. & Bigard, X. (2002). The benefits of strength training in the elderly. *Sciences & Sports*, 17(3), 109-116.

Hallage, T., Krause, M.P., Haile, L., Miculis, C.P., Nagle, E.F., Reis, R.S. & Da Silva, S.G. (2010). The effects of 12 weeks of step aerobics training on functional fitness of elderly women. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 2261-6. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181ddacc6.

Hardman, A.E. & Hudsons A. (1994). Brisk walking and serum lipid and lipoprotein variables in previously sedentary women effect of 12 weeks of

regular brisk walking followed by 12 weeks of detraining. *British Journal of Sports Medicine*, 28:261-266.

Ivey, F.M., Tracy, B.L., Lemmer, J.T., NessAiver, M., Metter, E.J., Fozard, J.L., & Hurley, B.F. (2000). Effects of strength training and detraining on muscle quality: age and gender comparisons. *The Journals of Gerontology. Serie A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(3), 152–159.

Izquierdo, M., Häkkinen, K., Ibanez, J., et al. (2001). Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. *Journal of Applied Physiology*, 90:1497–1507.

Jette, A.M., Lachman, M., Giorgetti, M.M., Assmann, S.F., Harris, B.A., Levenson, C., Wernick, M. & Krebs, D. (1999). Exercise--it's never too late: the strong-for-life program. *American Journal of Public Health*, 89(1),66-72.

Kohrt, W., Malley, M., Coggan, A., Spina, R.J., Ogawa, T., Ehsani, A. e Holloszy, J. (1991). Effects of gender, age, and fitness level on response of $\dot{V}O_{2\max}$ to training in 60-71 years old. *Journal of Applied Physiology*, 71(5), 2004-2011.

Koopman, R. & Van Loon, L.J. (2009). Aging, exercise, and muscle protein metabolism. *Journal of Applied Physiology*, 106(6):2040-8.

Lobo, A., Carvalho, J. & Santos, P. (2010). Effects of Training and Detraining on Physical Fitness, Physical Activity Patterns, Cardiovascular Variables, and HRQoL after 3 Health- Promotion Interventions in Institutionalized Elders. *International Journal of Family Medicine*, 486097, doi: 10.1155/2010/486097

Lovell, D.; Cuneo, R. & Gass, G. (2010). The effect of strength training and short-term detraining on maximum force and the rate of force

development of older men. *European Journal of Applied Physiology*, 109(3), 429-435.

Matsudo SM, Matsudo VKR, Barros Neto TL. (2000). Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 8(4), 21-32.

Matsudo, S., Matsudo, V., Barros, P. e Neto, T. (2001). Atividade física e envelhecimento: aspectos epidemiológicos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, São Paulo, 7, 02-13.

McGuire, D. & Marcell, D. (2001). A 30-Year Follow-Up the Dallas bed Rest and Training Study – I. Effect of Age on the Cardiovascular Response to Exercise. *Circulation*, 104(12): 1350-1357.

Motoyama M, Sunami Y, Kinoshita F, et al. (1998). Blood pressure lowering effect of low intensity aerobic training in elderly hypertensive patients. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(6), 818–823.

Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., ... Castaneda-Sceppa, C. (2007). Physical activity and public health in older adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*, 116(9), 1094-1105. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185650

Novaes, G., Novaes, J., Vilaça-Alves, J., Fernandes, H. M., Furtado, H., Mendes, R. & Reis, V.M. (2013). Effects of 24 weeks of strength training or hydrogymnastics on bone mineral density in postmenopausal women. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 53 (3 Suppl 1),51- 6.

Okuma, S. (2006). *O idoso e atividade física*. Campinas: Papyrus.

Pelesudo, L. (2005). Physical activity and mental health: the association between exercise and mood. *Clinics*, 60(1),61-70.

Pereira, A., Izquierdo, M., Silva, A.J., Costa, A.M., González-Badillo, J.J. & Marques, M.C. (2012). Muscle performance and functional capacity retention after a high-speed power training cessation. *Experimental Gerontology*, 47: 620–624.

Pollock, M., Foster, C., Knapp, D., Rod, J. e Schmidt, D. (1987). Effect of age and training on aerobic capacity and body composition of master athletes. *Journal of Applied Physiology*, 62(2), 725-731.

Rose, D. (2003). OTFallProof0T: a comprehensive balance and mobility training program. Champaign, II: Human Kinetics, ed.2, 1997.

Sagiv, M. & Goldbourt, (1994). Influence of Physical Work on High Density Lipoprotein Cholesterol: Implications for the Risk of Coronary Heart Disease. *International Journal of Sports Medicine*, 15(5), 261-266.

Saltin, B., Blomqvist, G., Mitchell, J.H., Johnson, R.L. Jr, Wildenthal, K. & Chapman, C.B. (1968). Response to exercise after bed rest and after training. *Circulation*, 38(5 Suppl): VII1- 78.

Seynnes, O., Fiatarone Singh, M.A., Hue, O., Pras, P., Legros, P. & Bernard, P.L. (2004). Physiological and functional responses to low-moderate versus high-intensity progressive resistance training in frail elders. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 59, 503-9.

Shephard, R. J. (2009). Maximal oxygen intake and independence in old age. *British Journal of Sports Medicine*, 43(5), 342-6. doi: 10.1136/bjism.2007.044800.

Shephard, R. J. (1997). *Envelhecimento, atividade física e saúde*. Rio de Janeiro: Phorte.

Spiriduso, W.W. (2005). *Dimensões físicas do envelhecimento*. Barueri: Manole.

Taaffe, D., Henwood, T., Nalls, M., Walker, D., Lang, T., & Harris, T. (2009). Alterations in muscle attenuation following detraining and retraining in resistance-trained older adults. *Gerontology*, 55(2), 217-223. doi: 10.1159/000182084

Capítulo 5

O Treino Multicomponente como resposta ao envelhecimento ativo

Luis Leitão^{1,2}

¹Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal

²Centro de Investigação em Qualidade de Vida (CIEQV), Rio Maior, Portugal

Para além dos programas de treino de força e de treino aeróbio que reportamos anteriormente, existem também os programas de treino multicomponente que resultam da combinação de exercícios com vista a melhorar a capacidade aeróbia, a força, a flexibilidade e a agilidade. Deste tipo de programa resultam melhorias na função física e na qualidade de vida (Cao et al., 2003; Carvalho et al., 2008; Carvalho et al., 2010; Karinkanta et al., 2007; Marques et al., 2009; Tokmakidis & Volaklis, 2003; Toraman et al. 2004; Toraman & Ayceman, 2005).

Carvalho et al. 2008, no seu estudo pretendeu analisar os efeitos de um programa multicomponente na capacidade funcional em idosos, que foram divididos aleatoriamente em dois grupos, um grupo de controlo (n=25; 69,6±4,2 anos) e um grupo de exercício (n=32; 68,4±2,93 anos) que ao longo de oito meses foi sujeito ao programa multicomponente de exercício físico. Os critérios de exclusão no estudo incluíram o idoso 1) ser ativo nos últimos dois anos (ter realizado atividade física de intensidade moderada a elevada pelo menos duas vezes por semana); 2) falta de assiduidade acima de 20%; 3) ser fumador, invisual, com problemas de audição, ter diabetes ou hipertensão não controlada, artrite crónica, e doenças neurológicas progressivas. O programa multicomponente foi aplicado ao longo de oito meses, duas vezes por semana, com uma duração

de 60 minutos por sessão, por um professor de educação física com especialidade em treino de idosos. Cada sessão foi dividida em cinco partes: 1) 5-8 minutos de aquecimento geral; 2) 20-25 minutos de exercícios aeróbios, como caminhadas, dançam, jogging, com uma intensidade de 12-14 na escala de percepção de esforço de Borg (1998); 3) 10-15 minutos de exercícios de força muscular em circuito com pesos livres e bandas elásticas para o trem inferior e superior, com 40-60 segundos de intervalo de repouso entre series, e intensidade de 12-13 no primeiro mês e de 14-16 nos seguintes de acordo com a escala de percepção de esforço de Borg (1998); 4) 5-10 minutos de exercícios de agilidade e de tempo de reação, e de equilíbrio e 5) 5 minutos de relaxamento muscular com exercícios respiratórios e de flexibilidade. Para analisar os efeitos do programa sobre a capacidade funcional os idosos foram sujeitos a dois momentos de avaliação, um primeiro antes do início do programa multicomponente e o segundo no final da aplicação do programa, onde realizaram sete testes da bateria de testes de Rikli e Jones (1999), calculo do índice de massa corporal (IMC), teste de sentar e levantar em 30 segundos (força muscular do trem superior), teste de flexão do antebraço (força muscular do trem inferior), teste de sentar e alcançar (flexibilidade do trem inferior), teste de alcançar atrás das costas (flexibilidade do trem superior), teste de sentar, levantar, percorrer 2.44 metros e voltar a sentar (agilidade/equilíbrio) e o teste de seis minutos a caminhar (capacidade cardiorrespiratória). Após oito meses de treino verificou aumentos na força muscular e na flexibilidade do trem superior e inferior, e na agilidade, não encontrando aumentos significativos na capacidade cardiorrespiratória nem no IMC.

Carvalho et al. (2010) no seu estudo, utilizando a mesma metodologia de Carvalho et al. (2008), pretendeu analisar os efeitos de um programa multicomponente no perfil lipídico e na capacidade antioxidante de idosos ao longo de oito meses. A amostra foi constituída por 40 idosos com idades compreendidas entre os 60-80 anos de idade, verificando ao fim do programa multicomponente melhorias significativas ao nível dos

triglicérides, colesterol total, colesterol HDL, e ao nível cardiorrespiratório. Para a recolha de dados as mulheres idosas foram avaliadas em dois momentos, um primeiro momento antes do início do programa e um segundo momento no final do programa multicomponente, nos testes de: avaliação da massa corporal, estatura, teste de seis minutos a caminhar (para avaliação da capacidade cardiorrespiratória), e análise dos parâmetros do perfil lipídico. Também Marques et al. (2009) ao comparar um programa de treino multicomponente com a mesma metodologia dos estudos de Carvalho et al. (2008) e Carvalho et al. (2010), com um programa de treino de força a 70% de 1RM realizados duas vezes por semana ao longo de oito meses verificou que, o treino multicomponente provocou uma diminuição nos triglicérides e um aumento no HDL-colesterol enquanto o treino de força não produziu os mesmos efeitos, embora ambos os programas melhoraram a capacidade cardiorrespiratória dos idosos. A amostra de estudo foi constituída por mulheres idosas com idades compreendidas entre os 60 e os 79 anos, divididas em dois grupos, um grupo de treino de força (n=38) e um grupo de treino multicomponente (n=39). A recolha de dados seguiu os mesmos procedimentos de avaliação do perfil lipídico e da capacidade cardiorrespiratória dos estudos de Carvalho et al. (2008) e Carvalho et al. (2010).

Tokmakidis e Volaklis (2003) verificaram também que um programa de treino multicomponente ao longo de oito meses melhorou os níveis de triglicérides, colesterol total e HDL-colesterol. O programa de treino consistiu em quatro sessões de treino por semana, duas sessões com exercícios aeróbios (60-85% FC_{máx}) e duas sessões em circuito com exercícios de força (60% de 1RM). Todas as sessões tiveram a duração de 60 minutos, com 10 minutos de aquecimento, 40 minutos de trabalho principal e 10 minutos de alongamentos. A amostra de estudo foi constituída por dois grupos, um grupo de controlo (n=14) que manteve as suas atividades diárias, e um grupo de exercício (n=16) que realizou o programa de treino ao longo de oito meses. Para a recolha de dados dos parâmetros lipídicos (colesterol total, triglicérides, HDL-Colesterol) os

idosos foram sujeitos a uma recolha de sangue em jejum (12 horas) em dois momentos de avaliação, um primeiro antes do início do programa e um segundo após o fim do mesmo.

Sousa et al. (2013), através de um programa multicomponente de 12 semanas, com duas sessões por semana e intensidade moderada, 12-13 pontos na escala de Borg e 50-69% de 1RM, verificou aumentos na força do trem superior (teste flexão do antebraço) e na força do trem inferior (teste levantar e sentar em 30s) e na capacidade cardiorrespiratória (teste 6 minutos a caminhar), mas não observou melhorias no IMC e %MG. A amostra de estudo foi constituída por idosos institucionalizados e dividida em três grupos, um grupo de controlo (n=10) que manteve as suas atividades diárias, um grupo de treino de força (n=12) e um grupo de treino multicomponente (n=10), verificando que o treino multicomponente é um método de treino eficaz para melhoria da capacidade funcional tal como o treino de força, mas muito mais económico e menos complexo logisticamente.

Toraman et al. (2004), pretendeu analisar os efeitos de nove semanas de treino multicomponente na capacidade funcional e na composição corporal de idosos, de forma a analisar qual a componente da capacidade funcional e da composição corporal é mais afetada pelo programa. A amostra de estudo foi dividida em dois grupos, um grupo de controlo (n=21) e um grupo de treino (n=21) que esteve sujeito a um programa de nove semanas de treino multicomponente. O programa de treino decorreu com uma frequência de três sessões por semana, com 10 minutos de aquecimento e alongamentos, e 20-30 minutos de treino multicomponente. A recolha de dados foi efetuada antes do início do programa e no fim do mesmo, utilizando para a análise da capacidade funcional a bateria de testes de Rikli e Jones (1999) e para a análise da composição corporal (massa corporal, percentagem de massa gorda e percentagem de massa magra) foi utilizada uma balança digital. Como conclusões do estudo verificou que a força muscular do trem inferior e a capacidade cardiorrespiratória são as componentes mais afetadas da capacidade funcional, verificando também

que nove semanas de treino multicomponente não foram suficientes para provocar melhorias ao nível da flexibilidade, na massa corporal e na percentagem de massa gorda.

Toraman e Ayceman (2005) no seu estudo aplicaram ao longo de nove semanas um programa de treino multicomponente, com base no estudo de Toraman et al. (2004) e verificaram aumentos significativos no teste de sentar e levantar em 30 segundos (força muscular do trem superior), teste de flexão do antebraço (força muscular do trem inferior), teste de sentar e alcançar (flexibilidade do trem inferior), teste de alcançar atrás das costas (flexibilidade do trem superior), teste de sentar, levantar, percorrer 2,44 metros e voltar a sentar (agilidade/equilíbrio) e o teste de seis minutos a caminhar (capacidade cardiorrespiratória), concluindo que nove semanas foram suficientes para melhorar a capacidade funcional dos idosos. A amostra de estudo foi constituída por dois grupos, um grupo de idosos mais jovens (n=12; 60-73 anos) e um grupo de idosos mais velhos (n=9; 74-86 anos), tendo ambos sido sujeitos ao programa de treino multicomponente e melhorado significativamente em todas as componentes da capacidade funcional.

Karinkanta et al. (2007) verificou no seu estudo que, um programa multicomponente realizado três vezes por semana durante um ano, impede o declínio funcional e a fragilidade óssea em mulheres idosas. Cao et al. (2003), com um programa multicomponente verificou melhorias significativas na força dos membros inferiores, no tempo de reação e na velocidade da marcha, levando a uma diminuição do risco de quedas e uma melhoria da locomoção do idoso. Noutros estudos semelhantes, Bird et al. (2011), e Volaklis et al. (2006), verificaram-se semelhantes conclusões, neste último estudo verificaram-se também melhorias no pico de VO₂máx (15,4%) e na força dos membros superiores (25,5%).

Resumindo, podemos observar que o treino multicomponente é uma excelente opção para pessoas idosas e que o fator social inerente a este tipo de treino, que é o mais comum em programas comunitários de exercício

físico, se torna crucial para um envelhecimento ativo para uma melhor saúde e qualidade de vida do idoso.

Referências Bibliográficas

Bird, M., Hill, K.D., Ball, M., Hetherington, S. & Williams, A.D. (2011). The long-term benefits of a multi-component exercise intervention to balance and mobility in healthy older adults. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 52(2), 211-216.

Borg, G. (1998). Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign, IL: Human Kinetics.

Cao, Z., Maeda, A., Shima, N., Kurata, H., & Nishizono, H. (2007). The effect of 12-week combined exercise intervention program on physical performance and gait kinematics in community-dwelling elderly women. *Journal of Physiological Anthropology*, 23: 325–332.

Cao, Z., Maeda, A., Shima, N., Kurata, H., & Nishizono, H. (2007). The effect of 12-week combined exercise intervention program on physical performance and gait kinematics in community-dwelling elderly women. *Journal of Physiological Anthropology*, 23: 325–332.

Carvalho, J., Marques, E., & Mota, J. (2008). Training and detraining effects on functional fitness after a multicomponent training in older women. *Gerontology*, 55, 41-48. doi: 10.1159/000140681

Carvalho, J., Oliveira, J., Magalhães, J., Ascensão, A., Mota, J. & Soares, J. (2004). Força muscular em idosos I – Será o treino generalizado suficientemente intenso para promover o aumento da força muscular em idosos de ambos os sexos? *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 4, 51-57.

Karinkanta, S., Heinonen, A., Sievänen, H., Uusi-Rasi, K., Pasanen, M., Ojala, K., Fogelholm,

Karinkanta, S., Heinonen, A., Sievänen, H., Uusi-Rasi, K., Pasanen, M., Ojala, K., Fogelholm, M. & Kannus, P. (2007). A multi-component exercise regimen to prevent functional decline and bone fragility in home-dwelling elderly women: Randomized, controlled trial. *Osteoporosis International*, 18, 453-462.

M. & Kannus, P. (2007). A multi-component exercise regimen to prevent functional decline and bone fragility in home-dwelling elderly women: Randomized, controlled trial. *Osteoporosis International*, 18, 453-462.

Marques, E., Carvalho, J., Soares, J., Marques, F., & Mota, J. (2009). Effects of resistance and multicomponent exercise on lipid profiles of older women. *Maturitas*, 63(1), 84-88. doi: 10.1016/j.maturitas.2009.03.003

Marques, E., Carvalho, J., Soares, J., Marques, F., & Mota, J. (2009). Effects of resistance and multicomponent exercise on lipid profiles of older women. *Maturitas*, 63(1), 84-88. doi: 10.1016/j.maturitas.2009.03.003

Rikli, R.E., & Jones, C.J., (1999). Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *Journal of Aging Physical Activity*, 7, 129–161.

Sousa, N., Mendes, R., Silva, S., Garrido, N., Abrantes, C. & Reis, V. (2013). Effects of resistance and multicomponent training on body composition and physical fitness of institutionalized elderly women. *British Journal of Sports Medicine*, 47(10), e3.48. Doi: 10.1136/bjsports-2013-092558.52.

Tokmakidis, S.P. & Volaklis, K.A. (2003). Training and detraining effects of a combined- strength and aerobic exercise program on blood lipids in

patients with coronary artery disease. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, 23(3): 193-200.

Tonkin, A. & Wing, L. (1996). Management of isolated systolic hypertension. *Drugs*, 51:738- 749.

Toraman, N. & Ayceman, N. (2005). Effects of six weeks of detraining on retention of functional fitness of old people after nine weeks of multicomponent training. *British Journal of Sports Medicine*, 39(8): 565-8.

Toraman, N.F., Erman, A. & Agyar, E. (2004). Effects of multicomponent training on functional fitness in older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 12(4):538-53.

Volaklis, K., Douda, H., Kokkinos, P. & Tokmakidis, S. (2006). Physiological alterations to detraining following prolonged combined strength and aerobic training in cardiac patients. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*, 13(3):375-80.

Capítulo 6

Efeitos do destreino a nível fisiológico no idoso

Luis Leitão^{1,2}

¹Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal

²Centro de Investigação em Qualidade de Vida (CIEQV), Rio Maior, Portugal

O Destreino é um processo de readaptações fisiológicas adquiridas durante um período de treino. Tais respostas estão diretamente relacionadas com a duração do período de destreino (Pereira et al., 2012), assim como ao grupo muscular envolvido, género, volume e intensidade do treino (Weineck, 1999; Williams & Thompson, 2006).

As adaptações metabólicas e funcionais adquiridas com o treino físico constituem um importante papel na avaliação do desenvolvimento orgânico dos indivíduos idosos que mantêm uma atividade física regular. Por outro lado, a interrupção ou diminuição desta atividade regular poderá ocasionar um processo de descondicionamento que afetará o desempenho através da diminuição da capacidade fisiológica (Ivey et al., 2000; Kraemer et al., 2002; Lemmer et al., 2001; Toraman & Ayceman, 2005; Yázigi & Da-Silva, 2007). Inúmeros fatores podem contribuir para que aconteça o processo de destreino (final de temporada, lesão, interrupção de programas de atividade física). Estudos demonstram que a retirada brusca do estímulo físico de treino, pode resultar em sintomas psicossomáticos na falta de sincronização entre a readaptação do sistema cardiovascular e do sistema nervoso à diminuição de atividade física (Weineck, 1999).

Os efeitos da interrupção ou diminuição do treino influenciam o sistema músculo-esquelético e cardiovascular, uma vez que adaptações fisiológicas ocorrem após um período de destreino. Sabe-se também que, a interrupção completa ou reduzida do treino de força promove uma

diminuição da força absoluta, mas a uma velocidade menor do que aquela em que aumenta com o treino.

Mujika e Padilla (2000), descrevem uma diminuição no consumo máximo de oxigénio e o aumento da pressão arterial, como alguns dos indicadores fisiológicos nos quais se verifica alterações após uma parcial ou completa interrupção do treino, e que a perda inicial de força durante o início do período de destreino pode ser causada, em parte, pelos fatores neurais, uma

vez que estes são responsáveis pelos ganhos de força na fase inicial de treino e, portanto, com a sua não ativação neste período de destreino, poderão ocorrer alterações na velocidade e frequência de ativação e na sincronização das unidades motoras. As adaptações agudas e crónicas decorrentes do treino em relação às fibras musculares (tipo I e tipo II) pode, durante a interrupção, fazer com que as fibras retornem ao estado não-treinado ou pré-treino (Fleck & Kraemer, 2004). Em ambos os géneros, as fibras do tipo II apresentam uma maior hipotrofia em relação às do tipo I durante períodos curtos de destreino (2 a 8 semanas) (Fleck & Kraemer, 2004).

Efeitos da interrupção do treino aeróbio sobre o sistema cardiovascular

As adaptações cardiovasculares e músculo-esqueléticas adquiridas com o treino aeróbio podem ser revertidas com a interrupção do treino devido ao reajuste dos sistemas corporais às alterações dos estímulos fisiológicos induzidos pelo mesmo.

A perda destas adaptações resulta na diminuição do consumo máximo de oxigénio. Tal modificação acontece em função da readaptação da frequência cardíaca e do volume sistólico, ou seja, estará diretamente relacionada ao débito cardíaco (Evangelista & Brum, 1999). Estudos

demonstram que a frequência cardíaca (FC) em exercícios submáximos e máximos aumenta após duas a quatro semanas de destreino físico (Coyle et al., 1986; Coyle et al., 1985). Madsen et al. (1993), por exemplo chegaram a conclusão de que quatro semanas de destreino físico foram suficientes para alterar o comportamento da FC durante a realização de um exercício físico até a exaustão.

Convertino (1997) mostrou que após 21 dias de destreino o débito cardíaco máximo sofreu uma redução de 26%. As modificações do débito cardíaco resultantes do destreino físico, alterações no próprio miocárdio e no volume sanguíneo, podem contribuir para a redução do volume sistólico. As perdas das adaptações fisiológicas adquiridas com o treino aeróbio são decorrentes de alterações tanto da função cardiovascular como do músculo-esquelético, pois a modificação causada pelo destreino no que diz respeito ao aproveitamento do oxigênio pelo tecido muscular, estará relacionada com diminuição do débito cardíaco.

Saltin et al. (1968), submetem 5 indivíduos saudáveis, com idade de 20 anos, treinados inicialmente num período básico, após o qual estabeleceram 3 semanas de destreino e 8 semanas de retreino aeróbio. Como resultado, verificaram uma queda profunda na capacidade física e cardiovascular destes indivíduos durante as 3 semanas de interrupção do treino. Passado 30 anos, McGuire et al. (2001), reproduziram o referido estudo com os mesmos 5 indivíduos com o objetivo de verificar os efeitos fisiológicos, nestes, após 3 semanas de destreino, mas com um retreino de aeróbio com duração de 6 meses. McGuire et al. (2001) concluíram que a capacidade cardiovascular destes mesmos 5 indivíduos havia diminuído com a idade e que, durante as 3 semanas de interrupção do treino, a diminuição foi mais profunda em 1968 do que nas 3 décadas de envelhecimento. Concluiu-se também que 100% da capacidade física e cardiovascular foram restauradas após 6 meses de retreino e esta melhoria atribuída a uma adaptação periférica orgânica de distribuição de oxigênio.

Yáziği (2008) no seu estudo sobre o efeito de três meses de destreino verificou que a capacidade aeróbia diminuiu significativamente e a

frequência cardíaca de repouso aumentou ligeiramente embora sem diferença estatisticamente significativa, já Coyle et al. (1986), concluiu no seu estudo que a frequência cardíaca de repouso aumenta acentuadamente com o destreino, refletindo uma compensação cardiovascular para contrariar as reduções no volume sanguíneo e no volume de ejeção sistólico.

Hallage et al. (2010), verificou que apenas um mês de destreino após doze semanas de treino, foi suficiente para anular os benefícios em todas as componentes da capacidade funcional, com exceção da força muscular do trem superior que manteve os benefícios obtidos.

Lobo et al. (2010), no seu estudo verificou que três meses de destreino após um ano de várias estratégias de intervenção provoca decréscimos significativos na capacidade funcional de idosos, com decréscimos acentuados na agilidade, na força muscular do trem inferior, e na flexibilidade.

Efeitos da redução ou interrupção do treino de força

No estudo de Lemmer et al. (1999), 18 indivíduos, 10 homens e 8 mulheres na faixa etária de 20 a 30 anos, foram comparados com outros 23 indivíduos, 12 homens e 11 mulheres na faixa etária de 65 a 75 anos durante um período de treino de 9 semanas e 31 semanas de destreino. Os resultados apontam que se verificaram alterações em ambos os grupos na 1 RM durante o treino e que o período de destreino foi afetado com a idade. Todavia, durante um período de 12 semanas de destreino, não foram encontradas diferenças significativas entre o grupo de jovens e idosos ou entre mulheres e homens, podendo-se entender este facto devido a que todas as adaptações neuromusculares adquiridas durante um período de treino, são observadas em ambos os géneros, independentemente da idade. Sabe-se que a força muscular, assim como a capacidade de desenvolver força explosiva, diminui com o avanço da idade, principalmente, a partir

dos 60 anos (Hakkinen et al., 2000). Segundo este autor esta redução é associada a mudanças hormonais e à diminuição da atividade física diária.

Hakkinen et al. (2000), testaram um grupo de adultos, homens e mulheres (37 a 44 anos) e idosos (62 a 77 anos) e como em vários outros estudos obtiveram um aumento na força muscular em ambos os grupos após um período de treino de 24 semanas. Após este período, submeteram os grupos de adultos e idosos a dois períodos de destreino (DT1 = 3 semanas / DT2

= 24 semanas). Durante o período DT1 o grupo de adultos demonstrou uma pequena diminuição (não significativa) na força de extensão de joelho e o grupo de idosos mantiveram os ganhos adquiridos anteriormente. Entretanto, durante o período DT2 ambos os grupos (adultos e idosos) apresentaram queda significativa nos ganhos de força adquiridos anteriormente. O referido estudo constatou que, durante um pequeno período de destreino, os ganhos adquiridos durante o treino não sofrem alterações significativas, mas que períodos longos de destreino estão associados a modificações devido a um decréscimo na ativação neural, hipotrofia muscular e diminuição da força máxima voluntária. Vasilios et al. (2007), verificou no seu estudo que a força muscular nos membros inferiores após um programa de atividade física aumenta significativamente, mas que após um período de seis semanas de destreino esta diminui aproximadamente 15%, concluindo que um curto período de destreino afeta a força e a potência muscular. Michelin et al. (2008) não encontrou diferenças significativas na força muscular dos membros superiores após um mês de destreino tal como Cardoso et al. (2010) no seu estudo longitudinal com três meses de destreino, mas encontrou diferenças significativas na flexibilidade dos membros inferiores.

Taaffe et al. (2009) no seu estudo verificou que 24 semanas de destreino após 24 semanas de treino de força, provocaram decréscimos médios de $-17,6 \pm 1,3\%$ na força muscular, $-17,6 \pm 3,9\%$ na força muscular do trem superior e $-17,5 \pm 1,8\%$ na força muscular do trem inferior, e aumentos na massa gorda.

Pereira et al. (2012) verificou que ao fim de seis semanas de destreino os valores de potência muscular e de força máxima diminuíram significativamente, concluindo que o destreino leva a uma menor independência física dos idosos apesar de terem sido submetidos a um eficaz programa de treino de potência muscular. Elliot et al. (2002) após oito semanas de treino verificou que os ganhos obtidos na força muscular no mesmo período de tempo com um treino de força foram anulados pelo destreino, tal como Lovell et al. (2010) que ao fim de apenas quatro semanas de destreino verificou que os ganhos de força máxima e de potencia obtidos com o treino de força voltaram aos valores iniciais.

A interrupção ou simplesmente uma redução na carga de treino pode acarretar a uma parcial ou completa reversão das adaptações fisiológicas provocadas pelo treino. Períodos de destreino demonstram que ocorre queda no consumo de oxigénio, no volume de ejeção sistólica durante o exercício, queda na performance, aumento da pressão arterial, aumento nas LDL e diminuição das HDL, diminuição do limiar de anaeróbio, com aumento das concentrações de lactato sanguíneo, para a mesma intensidade em exercícios submáximos e diminuição do nível de glicogénio muscular (Mujika e Padilla, 2000).

Efeito da redução ou interrupção do treino multicomponente

Yázigi (2008) avaliou os efeitos de três meses de destreino após nove meses de treino multicomponente verificando que a capacidade cardiorrespiratória (Teste de 6 minutos: $675,7 \pm 82,3$ m para $633,7 \pm 90,1$ m) e a força muscular do trem inferior (1689 ± 645 N para 1518 ± 509 N) diminuiu, concluindo que a atividade física está inversamente relacionada com o destreino.

Também Tokmakidis e Volaklis (2003) verificaram no seu estudo que os benefícios encontrados ao fim de oito meses de treino multicomponente se perderam ao fim de três meses de destreino nos níveis

de triglicéridos (109,3±38,7 mg/dL para 126,9±49,8 mg/dL), no colesterol total (202,2±26,2 mg/dL para 209,7±23,4 mg/dL), no HDL-Colesterol (45,0±8,6 mg/dL para 43,4±9,0 mg/dL), no IMC (27,3±3,3 kg.m⁻² para 27,7±3,3 kg.m⁻²), e na força muscular do trem inferior (-16%) e superior (-12%), reforçando a ideia da necessidade da prática de exercício físico ao longo da vida de cada indivíduo.

Toraman e Ayceman (2005) verificaram que com duas e quatro semanas de destreino os idosos apresentam valores inferiores em todas as componentes da capacidade funcional, e que após seis semanas estes decréscimos aumentaram ainda mais, principalmente na força muscular (teste sentar e levantar: 19,5±4,9 repetições para 15,7±2,6 repetições) e flexibilidade (teste sentar e alcançar: -9,5±15,1 repetições para -4,7±10,2 repetições) do trem inferior, na capacidade cardiorrespiratória (teste de seis minutos: 482,8±53,6m para 543±54,9m) e na agilidade (teste de sentado, levantar e percorrer 2,44m e voltar a sentar: 6,3±1,3s para 5,4±0,7s), e que estes decréscimos se encontram também correlacionados com a idade dos idosos.

Volaklis et al. (2006), verificou que três meses de destreino após oito meses de treino multicomponente provocaram quebras significativas de 10% no pico de VO₂, de 12% na força do trem superior e 15.7% na força do trem inferior. Também Carvalho et al. (2008) verificou que 3 meses de destreino após a aplicação de um programa de oito meses de treino multicomponente provocam quebras significativas na força muscular e na flexibilidade do trem superior (teste de flexão do antebraço: 18,2±1,5 repetições para 14,8±2,0 repetições; teste de alcançar atrás das costas: -6,1±6,9cm para -3,4±4,4cm) e inferior (teste levantar e sentar: 17,7±2,1 repetições para 15,3±2,7 repetições; teste de sentar e alcançar: -0,6±4,6cm para -3,4±4,4cm).

Resumindo, o destreino superior a quatro semanas deve ser evitado pois promove o declínio significativo da capacidade funcional e do perfil lipídico e hemodinâmico, quer os idosos pratiquem treino de força, aeróbio ou multicomponente.

Referências Bibliográficas

Pereira, A., Izquierdo, M., Silva, A. J., Costa, A. M., Bastos, E., Gonzalez-Badillo J. J., & Marques, M. C. (2012). Effects of high-speed ES training on functional capacity and muscle performance in older women. *Experimental Gerontology*, 47(3), 250–255. doi: 10.1016/j.exger.2011.12.010

Convertino, V. (1997) Cardiovascular consequences of bed rest: Effect on maximal oxygen uptake. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29,191-6.

Coyle, E.F., Hemmert, M.K. & Coggan, A.R. (1986). Effects of detraining on cardiovascular responses to exercise: role of blood volume. *Journal of Applied Physiology*, 60(1): 95-99.

Elliott, K.J., Sale, C. & Cable, N.T. (2002). Effects of resistance training and detraining on muscle strength and blood lipid profiles in postmenopausal women. *British Journal of Sports Medicine*, 36(5), 340–345.

Evangelista, F. & Brum, P. (1999). Efeitos do destreino físico sobre a "performance" do atleta: Uma revisão das alterações cardiovasculares e músculo-esqueléticas. *Revista Paulista de Educação Física*. 13(2), 239-249.

Fleck, S.J. & Kraemer, W.J. (2004). *Designing resistance training programs*. 3rd edition. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.

Hallage, T., Krause, M.P., Haile, L., Miculis, C.P., Nagle, E.F., Reis, R.S. & Da Silva, S.G. (2010). The effects of 12 weeks of step aerobics training on functional fitness of elderly women. *Journal of Strength &*

Conditioning Research, 24(8), 2261-6. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181ddacc6.

Ivey, F.M., Tracy, B.L., Lemmer, J.T., NessAiver, M., Metter, E.J., Fozard, J.L., & Hurley, B.F. (2000). Effects of strength training and detraining on muscle quality: age and gender comparisons. *The Journals of Gerontology. Serie A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(3), 152–159.

Kraemer, W.J., Koziris, L.P., Ratamess, N.A., et al. (2002). Detraining produces minimal changes in physical performance and hormonal variables in recreationally strength-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(3): 373-82.

Lemmer, J.T., Hurlbut, D.E., Martel, G.F., et al. (2001). Age and gender responses to strength training and detraining. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32: 1505–1512.

Lobo, A., Carvalho, J. & Santos, P. (2010). Effects of Training and Detraining on Physical Fitness, Physical Activity Patterns, Cardiovascular Variables, and HRQoL after 3 Health- Promotion Interventions in Institutionalized Elders. *International Journal of Family Medicine*, 486097, doi: 10.1155/2010/486097

Lovell, D.; Cuneo, R. & Gass, G. (2010). The effect of strength training and short-term detraining on maximum force and the rate of force development of older men. *European Journal of Applied Physiology*, 109(3), 429-435.

Madsen, K., Pedersen, P., Djurhuus, M. & Klitgaard, N.A. (1993). Effects of Detraining on Endurance capacity and Metabolic changes during prolonged exhaustive exercise. *Journal of Applied Physiology*, 75(4): 1444-1451.

McGuire, D. & Marcell, D. (2001). A 30-Year Follow-Up the Dallas bed Rest and Training Study – I. Effect of Age on the Cardiovascular Response to Exercise. *Circulation*, 104(12): 1350-1357.

Mujika, I. & Padilla, S. (2000). Detraining: loss of a training induced physiological and performance adaptations. Part I. *Sports Medicine*, 30(2): 79-87.

Mujika, I. & Padilla, S. (2000). Detraining: loss of a training induced physiological and performance adaptations. Part I. *Sports Medicine*, 30(2): 79-87.

Pereira, A., Izquierdo, M., Silva, A.J., Costa, A.M., González-Badillo, J.J. & Marques, M.C. (2012). Muscle performance and functional capacity retention after a high-speed power training cessation. *Experimental Gerontology*, 47: 620–624.

Rikli, R.E., & Jones, C.J., (1999). Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *Journal of Aging Physical Activity*, 7, 129–161.

Saltin, B., Blomqvist, G., Mitchell, J.H., Johnson, R.L. Jr, Wildenthal, K. & Chapman, C.B. (1968). Response to exercise after bed rest and after training. *Circulation*, 38(5 Suppl): VIII- 78.

Taaffe, D., Henwood, T., Nalls, M., Walker, D., Lang, T., & Harris, T. (2009). Alterations in muscle attenuation following detraining and retraining in resistance-trained older adults. *Gerontology*, 55(2), 217-223. doi: 10.1159/000182084

Taaffe, D.R., & Marcus, R. (1997). Dynamic muscle strength alterations to detraining and retraining in elderly men. *Clinical Physiology*, 17(3), 311–324.

Tokmakidis, S.P. & Volaklis, K.A. (2003). Training and detraining effects of a combined- strength and aerobic exercise program on blood lipids in patients with coronary artery disease. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, 23(3): 193-200.

Toraman, N. & Ayceman, N. (2005). Effects of six weeks of detraining on retention of functional fitness of old people after nine weeks of multicomponent training. *British Journal of Sports Medicine*, 39(8): 565-8.

Vasilios, I., Ilias, S., Andreas, P., & Tokmakidis, S. (2007). The effect of Moderate Resistance Strength Training and detraining on muscle strength and ES in older Men, *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 30(3), 109-113.

Volaklis, K., Douda, H., Kokkinos, P. & Tokmakidis, S. (2006). Physiological alterations to detraining following prolonged combined strength and aerobic training in cardiac patients. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*, 13(3):375-80.

Weineck, J. (1999). *Treinamento Ideal*. 9th edition. Manole Publishers.

Williams, P.T. & Thompson, P.D. (2006). Dose-dependent effects of training and detraining on weight in 6406 runners during 7.4 years. *Obesity (Silver Spring)*, 14: 1975–1984.

Yáziqi, F. & Da-Silva, P.A. (2007). Effect of three months detraining on endurance and maximum isometric force in elderly subjects. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(5): S424.

Capítulo 7

Avaliação das capacidades Funcionais do Idoso

Luis Leitão^{1,2}

¹Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal

²Centro de Investigação em Qualidade de Vida (CIEQV), Rio Maior, Portugal

Os protocolos mais tradicionais de avaliação da aptidão física (testes de passadeira, testes no ciclo ergómetro, testes de performance – 1RM, etc.) foram desenvolvidos e validados para populações jovens (crianças e adolescentes), sendo considerados pouco adequados a pessoas muito sedentárias, idosas e em particular, com fragilidade ao nível da aptidão física funcional.

Nos últimos anos, devido à ausência de instrumentos específicos de avaliação da aptidão física funcional em adultos idosos, alguns investigadores desenvolveram baterias de testes aplicáveis a esta população (Lemmink et al., 1994; Osness et al., 1996; Rikli & Jones, 1999; Suni et al., 1999).

A bateria de testes Functional Fitness Test foi desenvolvida por Rikli e Jones (1999) para avaliar os principais parâmetros físicos que suportam a mobilidade funcional e a autonomia dos idosos (tabela 1). Esta bateria apresenta-se como a mais frequentemente utilizada na avaliação da capacidade funcional e do equilíbrio dos idosos (Carvalho et al. 2008; Toraman et al. 2004; Toraman & Ayceman, 2005).

Tabela 1. Bateria Functional Fitness Test (Rikli & Jones, 1999)

Item	Componente da aptidão física
Levantar e Sentar	Força dos membros inferiores
Flexão do antebraço	Força dos membros superiores
Estatura e massa corporal	Índice de massa corporal
Sentado e alcançar	Flexibilidade dos membros inferiores
Sentado, caminhar 2,44m e voltar a sentar	Agilidade
Teste de 6min	Aptidão cardiovascular

O Teste "levantar e sentar" consiste em:

- a) objetivo: avaliar a força/resistência dos membros inferiores;
- b) equipamento: cronómetro, cadeira com encosto (sem braços). Por razões de segurança, a cadeira deve ser colocada contra uma parede ou estabilizada de qualquer outro modo, evitando que se mova durante o teste;
- c) procedimentos: O teste inicia-se com o praticante sentado no meio da cadeira, com as costas direitas e os pés afastados à largura dos ombros e totalmente apoiados no solo. Um dos pés deve estar ligeiramente avançado em relação ao outro para ajudar a manter o equilíbrio. Os braços estão cruzados ao nível dos pulsos e contra o peito. Ao sinal de "partida" o participante eleva-se até à extensão máxima (posição vertical) e regressa à posição inicial de sentado. O participante é encorajado a completar o máximo de repetições num intervalo de tempo de 30s. O mesmo deve-se sentar-se completamente entre cada elevação. Enquanto controla o desempenho do participante, para assegurar o maior rigor, o avaliador conta as elevações corretas.

Chamadas de atenção verbais ou gestuais podem ser realizadas para corrigir um desempenho deficiente. Prática/ensaio: após uma demonstração realizada pelo avaliador, um ou dois ensaios podem ser efetuados pelo participante no sentido da execução correta; segue-se o teste de 30s;

d) pontuação: A pontuação é dada pelo número total de execuções corretas num intervalo de 30s. Se o participante estiver a meio da elevação no final de 30s, esta deve contar como uma elevação.

Teste de “Flexão do antebraço” consiste em:

a) objetivo: avaliar a força resistência dos membros superiores;

b) equipamento: cronómetro, cadeira com encosto (sem braços, e halteres de mão (2 kg para mulheres, os homens não realizam este teste).

c) procedimentos: O participante está sentado numa cadeira com as costas direitas, com os pés totalmente assentes no solo e com o tronco totalmente encostado. O haltere está seguro na mão dominante. O teste começa com o antebraço em posição inferior, ao lado da cadeira, perpendicular ao solo. Ao sinal de iniciar, o participante roda gradualmente a palma da mão para cima, enquanto faz a flexão do antebraço no sentido completo do movimento, depois regressa à posição inicial de extensão do braço. O participante é encorajado a realizar o maior número possível de flexões num tempo limite de 30s, mas sempre com movimentos controlados tanto na fase de flexão como de extensão. O avaliador deverá acompanhar as execuções de forma a assegurar que o peso é transportado em toda a amplitude do movimento, da extensão total à flexão total. Cada flexão correta é contabilizada, com chamadas de atenção verbais que se verifique um desempenho incorreto. Prática/ensaio: após demonstração por parte do avaliador,

uma ou duas tentativas deverão ser realizadas pelo participante para confirmar uma realização correta, seguindo-se um teste de 30s.

d) pontuação: a pontuação é dada pelo número total de flexões corretas realizadas num intervalo de 30s. Se o braço estiver em meia-flexão, no final dos 30s, deve ser contabilizar-se um ponto.

Teste “Sentado e alcançar” consistem em:

a) Objetivo: Avaliar a flexibilidade inferior;

b) Equipamento: Cadeira com encosto (aproximadamente 43.18 cm de altura até ao acento) e uma régua de 45 cm. Por razões de segurança, a cadeira deve estar colocada contra a parede para que se mantenha estável (não deslize para a frente) quando o participante se sentar na beira.

c) Procedimentos: Começando numa posição de sentado, o participante avança o seu corpo para a frente, até se encontrar sentado na beira da cadeira. A dobra entre o topo da perna e as nádegas deve estar ao nível da beira da cadeira. Com uma perna fletida e o pé totalmente assente no solo, a outra perna (a perna de preferência) é estendida direita na direção da coxa, com o calcanhar no chão e o pé fletido (aproximadamente 90°). O participante deve ser encorajado a expirar à medida que flete para a frente, evitando movimentos bruscos, rápidos e fortes, nunca atingindo o limite da dor. Com a perna estendida a mais direita possível (mas não hiper- estendida), o participante flete lentamente para a frente até à articulação da coxo-femural (a coluna deve manter-se o mais direita possível, com a cabeça no prolongamento da coluna), deslizando as mãos, uma sobre a outra, com a ponta dos dedos sobrepostas, ao longo da perna estendida, tentando tocar os dedos dos pés. Deve tocar os dedos dos pés durante 2 s. Se o joelho da perna estendida começar a

fletir, solicitar ao participante que se sente lentamente até o joelho ficar na posição estendida, antes de iniciar a medição. Prática/ensaio: Após demonstração realizada pelo controlador, o participante é questionado sobre a sua perna de preferencial. O participante deve ensaiar duas vezes, seguindo-se os dois exercícios;

d) Pontuação: Usando uma régua de 45 cm, o avaliador regista a distância (cm) até aos dedos dos pés (resultado mínimo) ou a distância (cm) que consegue alcançar para além dos dedos representa o ponto zero. Registrar ambos os valores encontrados com a aproximação de 1 cm, e fazer um círculo sobre o melhor resultado. O melhor resultado é usado para avaliar o desempenho. Deve apontar-se os sinais – ou + na folha de registo. Atenção: O avaliador deve ter em atenção as pessoas que apresentam problemas de equilíbrio, quando sentadas na extremidade da cadeira.

Teste de “Alcançar atrás das costas” consiste em:

- a) Objetivo: Avaliar a flexibilidade dos membros superiores (ombro);
- b) Equipamento: Régua de 45 cm.
- c) Procedimentos: Na posição de pé, o participante coloca a mão dominante por cima do respetivo ombro e alcança o mais baixo possível em direção ao meio das costas, com a palma da mão para baixo e os dedos em extensão (o cotovelo apontado para cima) a mão do outro braço é colocada por baixo e atrás, com a palma virada para cima, tentando alcançar o mais longe possível numa tentativa de colocar (ou sobrepor) os dedos médios de ambas as mãos. Prática/ensaio: Após demonstração por parte do avaliador, o participante é questionado sobre a sua mão de preferência. Sem mover as mãos do participante, o avaliador ajuda a orientar os dedos médios de ambas as mãos na direção

um do outro. O participante experimenta duas vezes, seguindo-se duas tentativas do teste. O participante não pode entrelaçar os dedos e puxar;

d) Pontuação: A distância da sobreposição ou a distância entre as pontas dos dedos médios é medida ao cm mais próximo. Os resultados negativos (-) representam a distância mais curta entre os dedos médios; os resultados positivos (+) representam a medida da sobreposição dos dedos médios. Registam-se ambas as medidas e assinala-se com um círculo a melhor pontuação. O “melhor” valor é usado para medir o desempenho. São marcados os sinais – ou + na ficha de pontuação.

Teste “Sentado, caminhar 2,44 m e voltar a sentar” consiste em:

- a) objetivo: avaliar a mobilidade física: velocidade, agilidade e equilíbrio dinâmico;
- b) Equipamento: Cronómetro, fita métrica, cone (ou outro marcador) e cadeira com encosto (altura aproximada de 43,18 cm). Montagem: A cadeira deve ser posicionada contra a parede ou de outra forma que garanta a posição estática durante o teste. A cadeira deve estar numa zona desobstruída, em frente a um cone, à distância de 2,44 m (medição desde a ponta da cadeira até à parte anterior do marcador). Deverá haver, pelo menos, 1,22 m de distância livre à volta do cone, permitindo ao participante contorná-lo livremente;
- c) procedimentos: o teste é iniciado com o participante totalmente sentado na cadeira (postura ereta), mãos nas coxas e pés totalmente assentes no solo (um pé ligeiramente avançado m relação ao outro). Ao sinal de “partida”, o participante eleva-se da cadeira (podendo empurrar as coxas ou a cadeira). O participante deve ser informado de que se trata de um teste “por tempo”, sendo o objetivo caminhar o mais depressa possível (sem correr) à volta do cone e regressar à cadeira. O avaliador deve funcionar como um assistente, mantendo-se a meia distância entre

a cadeira e o cone, de maneira a poder dar assistência em caso de desequilíbrio. O avaliador deve iniciar o cronómetro ao sinal de “partida”, quer a pessoa tenha ou não iniciado o movimento, e pará-lo no momento exato em que a pessoa se senta. Prática/ensaio: Após demonstração, o participante deve experimentar uma vez, realizando duas vezes o exercício. Deve chamar-se atenção do praticante de que o tempo é contabilizado até este estar completamente sentado na cadeira;

d) Pontuação: O resultado corresponde ao tempo decorrido entre o sinal de “partida” e até ao momento em que o participante está sentado na cadeira. Registam-se os dois valores até ao 0,1 s e faz-se um círculo na “melhor” pontuação (tempo mais curto). O melhor resultado é utilizar para medir o desempenho.

Teste “6 minutos de marcha” consiste:

a) objetivo: avaliar a capacidade aeróbia;

b) equipamento: cronómetro, uma fita métrica comprida, cones, palitos, giz e marcador. Devem ser colocadas cadeiras ao longo da parte externa do circuito, por razões de segurança. Montagem: o teste envolve a medição da distância máxima de deslocamento, durante 6min, ao longo de um percurso de 50 m, com marcações de 5 em 5 m. O perímetro interno da distância medida, deve-se ser limitada com cones e os segmentos de 5m com marcador ou giz. O perímetro interno da distância medida, deve ser delimitada com cones e os segmentos de 5m com marcador ou giz. A área de percurso deve estar bem iluminada, devendo a superfície ser lisa e não deslizante. Se necessário o teste pode ser realizado numa área retangular, marcada em segmentos de 5m.

c) protocolo: para facilitar o processo de contabilização das voltas do percurso, registar numa folha ou dar ao participante um palito ou algo

similar, no final de cada volta. Quando a avaliação é efetuada simultaneamente para mais de um participante, aplicar nas camisolas os números correspondentes à ordem de partida. Os tempos de partida, os participantes são instruídos para caminharem o mais rápido possível, sem correrem, na distância marcada à volta dos cones. Se necessário, os participantes podem parar e descansar, sentando-se nas cadeiras colocadas ao longo do percurso e retomar depois a prova. Após todos os participantes terem iniciado o teste, o avaliador deverá colocar-se dentro da área demarcada. Os tempos intermédios devem ser anunciados aproximadamente a meio do percurso, quando faltarem 2 min e quando faltar 1 min. No final dos 6 minutos, os participantes são instruídos para pararem (quando o avaliador olhar para eles e disser “parar”), deslocando-se para a direita, onde um assistente registará a distância percorrida;

d) pontuação: o resultado representa o número total de metros caminhados nos 6 min. Para determinar a distância percorrida, o avaliador ou assistente regista a marca mais próxima do local onde o participante parou e adiciona-lhe a distância correspondente ao número de voltas dada. Precauções: o teste deve ser interrompido em caso de ocorrência de tontura, dor, náusea ou fadiga.

Referências Bibliográficas

Carvalho, J., Marques, E., & Mota, J. (2008). Training and detraining effects on functional fitness after a multicomponent training in older women. *Gerontology*, 55, 41-48. doi: 10.1159/000140681

Carvalho, J., Marques, E., Ascensão, A., et al. (2010). Multicomponent exercise program improves blood lipid profile and antioxidant capacity in older women. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 51(1):1-5.

Lemmink, K., Welin, L. e Wihelmsen, L (1994). The Groningen Fitness Test for the elderly: field-based motor fitness assessment for adults over 55 years. The Netherlands: university of Groningen.

Osnessm W., Adrian, M. e Clark, B. (1996). Functional fitness assessment for adults over 60years. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance. Kendall/Hunt Publishing Company.

Rikli, R. e Jones, C. (1999). Developement and validation of a functional fitness test for community-residing in older adults. *Journal of aging and physical activity*, 6, 363-375.

Suni, J. H., Opa, P. Miilunpalo, S. I., Pasanen, M. E., Vuori, I. M., e Bos K. (1999). Health- related fitness test battery for middle-aged adults: association with physical activity patterns. *International Journal of Sports Medicine*, 20, 183-191.

Toraman, F. & Sahin, G. (2004). Age responses to multicomponent training programme in older adults. *Disability and Rehabilitation*, 26(8):448-54.

Capítulo 8

Efeito do treinamento físico em pacientes com a Doença Arterial Coronariana

Prof. Dr. Daniel Godoy Martinez¹

¹Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil

Dados da American Heart Association (AHA) com a população dos Estados Unidos apontam aumento do número de óbitos decorrentes a Doença Cardiovascular (DCV)¹. Em especial, a Doença Arterial Coronariana (DAC) é a mais prevalente, sendo responsável por 42,1% das mortes por DCV. A DAC tem aumento de sua prevalência com o avançar da idade, sendo mais prevalente no sexo masculino. Estima-se que cerca de 20,1 milhões de americanos tinham DAC no ano de 2018. A prevalência de Infarto Agudo do Miocárdio (IAM) também acompanha o avançar da idade, sendo mais prevalente no sexo masculino. Estima-se que a cada 40 segundos 1 cidadão americano sofra IAM¹. No Brasil esses dados não são diferentes. A doença isquêmica do coração, em especial a DAC, no ano de 2017 foi a principal causa de morte da população Brasileira².

A DAC é caracterizada em 90% dos casos por obstrução das artérias coronárias devido a aterosclerose³. A placa aterosclerótica se desenvolve principalmente na presença de fatores de risco como: diabetes mellitus, hipertensão arterial sistêmica, dislipidemias, tabagismo, obesidade, sedentarismo e genética^{1,3}. Em linhas gerais, a fisiopatologia da aterosclerose coronária se caracteriza pela presença dos fatores de risco citados anteriormente que culminam em disfunção endotelial e inflamação³. Assim, há influxo de LDL colesterol para entre as camadas íntima e média das artérias coronárias³. Adicionalmente, moléculas de

adesão celular e vascular são ativadas e também internalizam o monócito para o mesmo local na intenção de combater o LDL colesterol invasor. Porém, esse monócito se diferencia em macrófago que por sua vez fagocita o LDL colesterol formando as células espumosas, precursora da placa aterosclerótica. As células espumosas promovem aumentam de fatores de crescimento de metaloproteinasas culminando em proliferação celular e degradação da matriz³. Esse conteúdo é altamente trombogênico e quando expõe seu conteúdo para o interior do vaso pode gerar oclusão total ou parcial da artéria coronária provocando necrose dos miócitos cardíacos, levando a aumento da troponina I e assim, caracterizar o IAM³.

Para pacientes com DAC seguido ou não de IAM a Reabilitação Cardiovascular baseada em Exercício Físico é altamente recomendada. A Diretriz Brasileira de Reabilitação Cardiovascular 2020 coloca a Reabilitação Cardiovascular para pacientes com DAC como recomendação I e nível de evidência A⁴. Tal fato pode ser corroborado com revisão sistemática com metanálise publicada em novembro de 2021 na Cochrane Database Systematic Reviews⁵. Essa revisão sistemática com metanálise contou 85 ensaios clínicos controlados randomizados, com 23430 pacientes com DAC com ou sem IAM que realizaram pelo menos 6 meses de Reabilitação Cardiovascular baseada em exercício físico. Foi observado diminuição de mortalidade por todas as causas, diminuição da ocorrência de IAM fatal e não fatal, diminuição de admissão hospitalar por todas as causas, aumento da qualidade de vida⁵.

Sabe-se que quanto menor o consumo de oxigênio no pico do exercício (VO_{2pico}) maior é o risco relativo de morte, independente se para a presença de hipertensão arterial sistêmica, doença pulmonar obstrutiva crônica, diabetes, tabagismo, índice de massa corporal (IAM) acima de 30 kg/m² ou colesterol total acima de 220 mg/dl⁶. Além disso, nesse mesmo estudo foi observado que quanto maior a capacidade funcional expressa em unidades metabólicas (METs), maior era a porcentagem de sobrevivência em 14 anos de seguimento tanto para pacientes com DVC como para pessoas sem DCV⁶. Em especial em

pacientes com DAC estável, elegante estudo publicado no JACC (2017) demonstrou que quanto maior a atividade física expressa em METs.hora/semana menor era o risco de mortalidade cardiovascular e não cardiovascular⁷. Especificamente em pacientes após IAM, a execução da Reabilitação Cardiovascular baseada em exercício físico mostrou-se eficaz em diminuir mortalidade por todas as causas⁸ e diminuição de morte súbita em 37% no primeiro ano pós IAM⁹. Quando comparado com a angioplastia coronária transluminal percutânea, a sobrevivência livre de eventos foi maior no grupo que realizou a reabilitação cardiovascular em comparação ao grupo que somente foi submetido a angioplastia durante os 12 meses de seguimento do estudo¹⁰.

Assim, poderíamos nos questionar quais seriam os benefícios fisiológicos advindos da Reabilitação Cardiovascular baseada em exercício físico que poderiam, pelo menos em parte, explicar o melhor prognóstico desses pacientes.

Podemos citar os mecanismos que melhoram a perfusão coronariana, como: melhora na função endotelial, regressão da placa aterosclerótica, formação de colaterais, formação de novos vasos (neoangiogênese) e melhora na função autonômica.

Diversos estudos em pacientes com DAC demonstraram melhora na função endotelial após reabilitação cardiovascular sendo verificado por: diminuição da NAD(P)H oxidase¹¹, diminuição da quantidade de espécies reativas de oxigênio¹¹, aumento da expressão protéica e da fosforilação da enzima óxido nítrico sintase endotelial (eNOS)¹², aumento no diâmetro luminal e consequentemente aumento no fluxo coronariano¹³.

Regressão da placa aterosclerótica ou menor progressão nas placas ateroscleróticas foram observadas somente nos pacientes que realizaram a Reabilitação Cardiovascular.¹⁴ Além disso, observa-se menor formação de neointima, aumento da circunferência do lumen do vaso coronário e aumento da área de neoangiogênese após Reabilitação Cardiovascular.¹⁵ Resumindo, propõe-se que com a realização da Reabilitação Cardiovascular a melhora na função endotelial seja atingida mais

precocemente e a regressão de placa aterosclerótica juntamente com a formação de novos vasos devem ser conseguidos mais tardiamente podendo levar até anos¹⁶. De toda forma, na prática clínica após período de Reabilitação Cardiovascular os pacientes terão aumento no limiar de fadiga e angina pectoris, ou seja, a fadiga e a angina pectoris, se ocorrerem, ocorrerão em intensidades maiores de esforço¹⁷. Assim, os pacientes apresentam aumento da qualidade de vida após Reabilitação Cardiovascular⁵.

Outro fator importante a ser destacado é a disfunção autonômica presentes nesses pacientes. Sabidamente os pacientes com DAC com ou sem IAM apresentam diminuição da sensibilidade barorreflexa^{18,19,20} e diminuição da variabilidade da frequência cardíaca resultando em pior prognóstico para esses pacientes^{20,21,22}. Adicionalmente, os pacientes após IAM apresentam aumento da atividade nervosa simpática muscular caracterizando assim a hiperatividade adrenérgica mesmo após 6 meses do IAM²³. O aumento da atividade nervosa simpática muscular, pelo menos para pacientes com insuficiência cardíaca, repercute em pior prognóstico para esses pacientes²⁴.

Essa disfunção autonômica está presente nos pacientes com DAC tanto em repouso quanto durante a execução de manobras fisiológicas, como por exemplo durante o exercício físico. Nesse sentido, Martinez et al (2013) demonstraram que pacientes após 39 dias do IAM apresentam níveis aumentados de atividade nervosa simpática muscular e reduzida condutância vascular no antebraço tanto em repouso quanto durante exercício físico isométrico de preensão manual quando comparado ao grupo de indivíduos sem IAM.²⁵

O treinamento físico promove importantes adaptações autonômicas. Nesse sentido La Rovere et al (2002)²⁶ e Mimura et al (2005)²⁷ demonstraram aumento da sensibilidade barorreflexa após período de treinamento físico. Mimura et al (2005) ainda demonstraram que o treinamento físico foi capaz de reduzir a atividade nervosa simpática muscular.²⁷ Adicionalmente, Martinez et al (2011) demonstraram em

pacientes após IAM que o treinamento físico realizado por período de 6 meses aumentou o consumo máximo de oxigênio e não somente aumentou a sensibilidade barorreflexa como também normalizou seus níveis quando comparado a pessoas sem o IAM²⁸. No mesmo estudo ainda foi demonstrado que o treinamento físico não somente diminuiu a atividade nervosa simpática muscular como também normalizou seus níveis quando comparado a pessoas sem IAM. Além disso, os autores observaram diminuição e normalização dos níveis do componente de baixa frequência da pressão arterial sistólica representativo do simpático vascular.²⁸

Com todos esses benefícios listados acima fica clara a importância da realização da Reabilitação Cardiovascular baseada em exercício físico para melhorar o prognóstico e a qualidade de vida dos pacientes com DAC.

Referências Bibliográficas

1 Virani SS et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2021 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2021 Feb 23;143(8): e254-e743. doi: 10.1161/CIR.0000000000000950.

2 Ministério da Saúde do Brasil. Análise de Saúde e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis 2017. Disponível em: <http://svs.aids.gov.br/dantps>

3 Libby P. Inflammation in atherosclerosis. *Nature*. 2002 Dec 19-26;420(6917):868-74. doi: 10.1038/nature01323.

4 Carvalho T et al. Diretriz Brasileira de Reabilitação Cardiovascular – 2020. *Arq Bras Cardiol*. 2020;114(5):943-987.

5 Dibben G et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021 Nov 6;11(11):CD001800. doi: 10.1002/14651858.CD001800.pub4.

6 Myers J et al. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med.* 2002 Mar 14;346(11):793-801. doi: 10.1056/NEJMoa011858.

7 Stewart RAH et al. Physical Activity and Mortality in Patients with Stable Coronary Heart Disease. *J Am Coll Cardiol.* 2017 Oct 3;70(14):1689-1700. doi: 10.1016/j.jacc.2017.08.017.

8 Oldridge NB. Cardiac rehabilitation services: what are they and are they worth it? *Compr Ther.* 1991 May;17(5):59-66.

9 O Connor GT et al. An overview of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction. *Circulation.* 1989 Aug;80(2):234-44. doi: 10.1161/01.cir.80.2.234.

10 Hambrecht R et al. Percutaneous coronary angioplasty compared with exercise training in patients with stable coronary artery disease: a randomized trial. *Circulation.* 2004 Mar 23;109(11):1371-8. doi: 10.1161/01.CIR.0000121360.31954.1F

11 Adams V et al. Impact of regular physical activity on the NAD(P)H oxidase and angiotensin receptor system in patients with coronary artery disease. *Circulation.* 2005 Feb 8;111(5):555-62. doi: 10.1161/01.CIR.0000154560.88933.7E

12 Hambrecht R et al. Regular physical activity improves endothelial function in patients with coronary artery disease by increasing phosphorylation of endothelial nitric oxide synthase. *Circulation.* 2003 Jul 1;107(25):3152-8. doi: 10.1161/01.CIR.0000074229.93804.5C.

13 Hambrecht R et al. Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. *N Engl J Med.* 2000 Feb 17;342(7):454-60. doi: 10.1056/NEJM200002173420702.

14 Niebauer C et al. Attenuated progression of coronary artery disease after 6 years of multifactorial risk intervention: role of physical exercise. *Circulation.* 1997 Oct 21;96(8):2534-41. doi: 10.1161/01.cir.96.8.2534.

15 Laufs U et al. Physical training increases endothelial progenitor cells, inhibits neointima formation, and enhances angiogenesis. *Circulation* 2004 Jan 20;109(2):220-6. doi: 10.1161/01.CIR.0000109141.48980.37.

16 Hambrecht R. Exercise and the coronary circulation-alterations and adaptations in coronary artery disease. *Prog.Cardiovasc. Dis.* 2006 Jan-Feb;48(4):270-84. doi: 10.1016/j.pcad.2005.10.001.

17 Cooksey JD et al. Exercise training and plasma catecholamines in patients with ischemic heart disease. *Am J Cardiol* 1978 Sep;42(3):372-6. doi: 10.1016/0002-9149(78)90930-x.

18 Osculati G et al. Early alterations of the baroreceptor control of heart rate in patients with acute myocardial infarction. *Circulation.* 1990 Mar;81(3):939-48. doi: 10.1161/01.cir.81.3.939.

19 La Rovere MT et al. Baroreflex sensitivity, clinical correlates, and cardiovascular mortality among patients with a first myocardial infarction. A prospective study. *Circulation.* 1988 Oct;78(4):816-24. doi: 10.1161/01.cir.78.4.816.

20 La Rovere MT et al. Baroreflex sensitivity and heart-rate variability in prediction of total cardiac mortality after myocardial infarction. ATRAMI (Autonomic Tone and Reflexes After Myocardial Infarction) Investigators.

Lancet. 1998 Feb 14;351(9101):478-84. doi: 10.1016/s0140-6736(97)11144-8.

21 Evrengul H et al. The relationship between heart rate recovery and heart rate variability in coronary artery disease. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2006 Apr;11(2):154-62. doi: 10.1111/j.1542-474X.2006.00097.x

22 Kleiger RE et al. Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol.* 1987 Feb 1;59(4):256-62. doi: 10.1016/0002-9149(87)90795-8.

23 Graham LN et al. Time course of sympathetic neural hyperactivity after uncomplicated acute myocardial infarction. *Circulation.* 2002 Aug 13;106(7):793-7. doi: 10.1161/01.cir.0000025610.14665.21.

24 Barretto AC et al. Increased muscle sympathetic nerve activity predicts mortality in heart failure patients. *Int J Cardiol.* 2009 Jul 10;135(3):302-7. doi: 10.1016/j.ijcard.2008.03.056.

25 Martinez DG et al. Abnormal muscle vascular responses during exercise in myocardial infarction patients. *Int J Cardiol.* 2013 Apr 30;165(1):210-2. doi: 10.1016/j.ijcard.2012.08.042.

26 La Rovere M T et al. Exercise-induced increase in baroreflex sensitivity predicts improved prognosis after myocardial infarction. *Circulation.* 2002 Aug 20;106(8):945-9. doi: 10.1161/01.cir.0000027565.12764.e1

27 Mimura J et al. The effect of residential exercise training on baroreflex control of heart rate and sympathetic nerve activity in patients with acute myocardial infarction. *Chest* 2005 Apr;127(4):1108-15. doi: 10.1378/chest.127.4.1108.

28 Martinez DG et al. Effects of long-term exercise training on autonomic control in myocardial infarction patients. *Hypertension*. 2011 Dec;58(6):1049-56. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.111.176644.

Capítulo 9

Hipertensão Arterial, Sedentarismo e Atividade Física

Mateus Camaroti Laterza¹

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil.

² Unidade de Investigação Cardiovascular e Fisiologia do Exercício – InCFEx.

Contatos: mateuslaterza@hotmail.com; @mateuslaterza (instagram)

A hipertensão arterial é uma doença crônica não transmissível, caracterizada por altos níveis pressóricos e de causa multifatorial (Barroso et al., 2021). Como o risco relativo para alterações estruturais e funcionais em vasos e órgãos-alvo é diretamente proporcional aos níveis de pressão arterial, pessoas com diagnóstico de hipertensão arterial possuem maior probabilidade de sofrerem eventos cardiovasculares indesejáveis. Por exemplo, uma pessoa com idade entre 40 e 49 anos e com pressão arterial sistólica de 140 mmHg possui, aproximadamente, o dobro de chance de sofrer processo isquêmico cardíaco quando comparada ao seu par com pressão arterial sistólica inferior a 120 mmHg (Lewington, 2002).

Esse quadro de saúde pública, evidenciando pior prognóstico, pode ser agravado por dois relevantes tópicos. O primeiro tópico está relacionado a prevalência da hipertensão arterial, fato que corresponde a 30% da população mundial, aproximadamente (Williams et al., 2018). Pela iniciativa da Sociedade Internacional de Hipertensão, Poulter et al. 2021 reuniram e demonstraram dados epidemiológicos da doença hipertensiva de 51 países. No Brasil, dos 13.476 voluntários participantes desta pesquisa 50.9% apresentaram hipertensão arterial (Poulter et al., 2021). E, o mais

alarmante, descrevendo assim o segundo tópico, está que somente 36.1% desses brasileiros hipertensos possuíam níveis controlados de pressão arterial (Poulter et al., 2021). Somente 3 países apresentaram percentual entre 50 e 60 da respectiva população hipertensa com níveis pressóricos controlados, todos os outros países não atingiram nem metade da população dentro deste quesito. Desta forma, essas informações epidemiológicas associadas ao processo fisiopatológico colocam a hipertensão arterial como importante doença a ser combatida.

Nesse sentido, nas últimas décadas, o exercício físico tem sido indicado por importantes agências de saúde como fundamental estratégia para prevenção da hipertensão arterial e tratamento de pessoas hipertensas. Em estudo clássico desenvolvido em meados da década de 80 do século passado, Blair et al. 1984 demonstraram que, num período médio de quatro anos de acompanhamento, indivíduos normotensos, com baixos níveis de capacidade física, tiveram risco relativo de 1.52, ou seja, 52% de chance para desenvolvimento da hipertensão arterial, quando comparados a indivíduos normotensos fisicamente ativos. E, recentemente, metanálise englobando quase 100 artigos evidenciou que, para a população em geral, o treinamento físico aeróbio diminui em média 3,5 mmHg a pressão arterial sistólica e 2,5 mmHg a pressão arterial diastólica (Cornelissen & Smart, 2013).

Interessante notar que a gênese hipertensiva pode ser explicada, pelo menos em parte, pela presença de histórico familiar. Na população em geral, indivíduos normotensos com pai e/ou mãe com hipertensão arterial possuem até 50% de chance de desenvolverem hipertensão arterial (Menni et al., 2013). Dentro deste cenário, o nosso grupo de pesquisa Unidade de Investigação Cardiovascular e Fisiologia do Exercício da Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil, tem desenvolvido estudos sobre a temática história familiar de hipertensão arterial e exercício físico que serão descritos a seguir.

Apesar de não ser consenso na literatura, em dois estudos, ao comparamos jovens adultos, normotensos, com e sem a presença de

histórico familiar de hipertensão arterial, os valores de pressão arterial foram semelhantes em repouso e durante toda a realização do exercício físico isométrico de preensão palmar, realizado a 30% da contração voluntária máxima. Porém, a resistência vascular para o antebraço não reduziu ao longo deste exercício físico no grupo com histórico familiar positivo para hipertensão arterial como observado no grupo sem o respectivo histórico (Portela et al., 2017). Além disso, a retirada da modulação vagal cardíaca durante o exercício físico descrito foi maior no grupo com histórico familiar positivo para hipertensão arterial (Almeida et al., 2017). Esses resultados em conjunto evidenciam que, frente ao estímulo de exercício físico, a função vascular e a modulação autonômica cardíaca estão prejudicadas nessas pessoas, aspectos fisiológicos característicos da hipertensão arterial estabelecida (Rondon et al., 2006). Por outro lado, a realização crônica de atividade física parece ter efeito positivo nas pessoas com histórico familiar de hipertensão arterial. Com o objetivo de verificar os efeitos da prática regular de atividades físicas nos parâmetros hemodinâmicos de pessoas jovens, saudáveis, com pai e/ou mãe com hipertensão arterial, identificamos que mesmo com valores pressóricos semelhantes em repouso as pessoas fisicamente ativas tinham maior condutância vascular periférica quando comparadas aos jovens, sedentários, com mesma herança familiar (Almeida et al., 2016). Essa melhora da função vascular permite pensar que a prática de exercícios físicos pode, quem sabe, retardar ou prevenir o surgimento da hipertensão arterial nessas pessoas filhas de hipertensos.

Já na relação população hipertensa e exercício físico é importante destacar que existem efeitos agudos e crônicos. Como bem consolidado na literatura, identificamos que após única sessão de exercício físico, composto por exercícios aeróbios e resistidos, pessoas com pré ou estabelecida hipertensão arterial apresentaram no período de recuperação menores valores de pressão arterial quando comparados aos valores medidos antes do início do exercício. Esse fenômeno agudo, denominado de hipotensão pós-exercício, nessas pessoas, foi justificado pela redução

do débito cardíaco, já que a resistência vascular periférica não foi alterada (Cordeiro et al., 2021).

A longo prazo, ou seja, cronicamente, no mínimo nas últimas 4 décadas, já tem sido estabelecida a importância do treinamento físico no tratamento de pacientes hipertensos. Em 2007, demonstramos que 4 meses de treinamento físico aeróbio, realizado em bicicleta ergométrica, de intensidade moderada, foi eficiente em reduzir em média 15 mmHg a pressão arterial sistólica e 10 mmHg a pressão arterial diastólica de um grupo de pessoas hipertensas que não faziam uso de tratamento farmacológico, fato que não foi observado no grupo controle (Laterza et al., 2007). Adicionalmente a essa importante redução pressórica, a novidade deste estudo foi demonstrar que a hiperatividade adrenérgica, característica marcante desta patologia, foi normalizada após esse período de treinamento físico (Laterza et al., 2007). E, a associação da melhora do controle barorreflexo arterial com a diminuição da atividade simpática justificaram a redução pressórica observada nesse grupo de hipertensos treinados (Laterza et al., 2007).

Adicionalmente a essas adaptações autonômicas e vasculares provocadas pelo treinamento físico nas pessoas com hipertensão arterial, relatar o impacto desta intervenção não farmacológica na qualidade de vida é extremamente relevante. Avaliamos um grupo de pacientes com hipertensão arterial resistente, diagnóstico estabelecido quando existe a necessidade de 4 ou mais fármacos anti-hipertensivos para tentativa de controle pressórico, separados em dois grupos pela prática regular de exercícios. O grupo considerado fisicamente ativo realizava atividade física no mínimo 3 vezes por semana, somando no mínimo 2 horas de prática por semana nos últimos 4 meses a participação na pesquisa e o grupo sedentário não atingiu esses mínimos critérios. A qualidade de vida que foi avaliada pelo questionário SF-36 foi significativamente melhor nos pacientes ativos fisicamente quando comparados aos pacientes sedentários. Ou seja, mesmo com o uso de diversas classes farmacológicas a prática

regular de atividade física melhorou a qualidade de vida dessas pessoas (Pereira et al., 2019).

Por fim, é importante ressaltar que todos esses benefícios da atividade física, a curto e longo prazo, na temática hipertensão arterial, são alcançados quando a avaliação, prescrição e supervisão acontecem corretamente. Para isso, existem diversas diretrizes nacionais e internacionais, que abordam estratégias para o combate e tratamento de pessoas hipertensas.

Referências Bibliográficas

Almeida, L., Freitas, I., Souza, L., Mira, P., Martinez, D., & Laterza, M. (2016). Condutância vascular aumentada em indivíduos fisicamente ativos filhos de hipertensos. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, 21(6), 542–550. <https://doi.org/10.12820/rbafs.v.21n6p542-550>

Almeida, L., Peçanha, T., Mira, P., Souza, L., da Silva, L., Martinez, D., Freitas, I., & Laterza, M. (2017). Cardiac Autonomic Dysfunction in Offspring of Hypertensive Parents During Exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 38(14), 1105–1110. <https://doi.org/10.1055/s-0043-119883>

Barroso, W. K. S., Rodrigues, C. I. S., Bortolotto, L. A., Mota-Gomes, M. A., Brandão, A. A., Feitosa, A. D. de M., Machado, C. A., Poli-de-Figueiredo, C. E., Amodeo, C., Júnior, D. M., Barbosa, E. C. D., Nobre, F., Guimarães, I. C. B., Vilela-Martin, J. F., Yugar-Toledo, J. C., Magalhães, M. E. C., Neves, M. F. T., Jardim, P. C. B. V., Miranda, R. D., & Póvoa, R. M. dos S. (2021). Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020. *Arq. Bras. Cardiol.*, 116(3), 516–658. <https://doi.org/10.36660/abc.20201238>

Blair, S. N., Goodyear, N., Gibbons, L. W. (1984). Physical Fitness and Incidence of Hypertension in Healthy Normotensive Men and Women. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 252(4), 487. <https://doi.org/10.1001/jama.1984.03350040017014>

Cordeiro, R., Mira, P. A., Monteiro, W., Cunha, F., Laterza, M. C., Pescatello, L. S., Martinez, D. G., & Farinatti, P. (2021). Hemodynamics and cardiac autonomic modulation after an acute concurrent exercise circuit in older individuals with pre- to established hypertension. *Clinics*, 76. <https://doi.org/10.6061/clinics/2021/e1971>

Cornelissen, V. A., & Smart, N. A. (2013). Exercise Training for Blood Pressure: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of the American Heart Association*, 2(1). <https://doi.org/10.1161/jaha.112.004473>

Laterza, M. C., de Matos, L. D. N. J., Trombetta, I. C., Braga, A. M. W., Roveda, F., Alves, M. J. N. N., Krieger, E. M., Negrão C. E., & Rondon, M. U. P. B. (2007). Exercise Training Restores Baroreflex Sensitivity in Never-Treated Hypertensive Patients. *Hypertension*, 49(6), 1298–1306. <https://doi.org/10.1161/hypertensionaha.106.085548>.

Lewington, S. (2002). Prospective studies collaboration. Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. *Lancet*, 360, 1903-1913. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(02\)11911-8](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(02)11911-8)

Menni, C., Mangino, M., Zhang, F., Clement, G., Snieder, H., Padmanabhan, S., & Spector, T. D. (2013). Heritability analyses show visit-to-visit blood pressure variability reflects different pathological phenotypes in younger and older adults: evidence from UK twins. *Journal of Hypertension*, 31(12), 2356–2361. <https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e32836523c1>

Pereira, N. P., Matias, G. G., Freitas, I. M. G., Almeida, L. B., de Mira, P. A. de C., Paula, R. B. de, Martinez, D. G., & Laterza, M. C. (2019). Efeito da prática regular de atividade física na qualidade de vida relacionada à saúde de hipertensos resistentes. *HU Revista*, 45(3), 270–275. <https://doi.org/10.34019/1982-8047.2019.v45.28744>

Portela, N., Amaral, J. F., Mira, P. A. de C., Souza, L. V. de, Martinez, D. G., & Laterza, M. C. (2017). Peripheral Vascular Resistance Impairment during Isometric Physical Exercise in Normotensive Offspring of Hypertensive Parents. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 109, 110–116. <https://doi.org/10.5935/abc.20170096>

Poulter, N. R., Borghi, C., Damasceno, A., Jafar, T. H., Khan, N., Kokubo, Y., Nilsson, P. M., Prabhakaran, D., Schlaich, M. P., Schutte, A. E., Stergiou, G. S., Unger, T., & Beaney, T. (2021). May Measurement Month 2019: results of blood pressure screening from 47 countries. *European Heart Journal Supplements*, 23(Supplement_B), B1–B5. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/suab014>

Rondon, M. U. P. B., Laterza, M. C., de Matos, L. D. N. J., Trombetta, I. C., Braga, A. M. W., Roveda, F., Alves, M. J. N. N., Krieger, E. M., & Negrão, C. E. (2006). Abnormal muscle metaboreflex control of sympathetic activity in never-treated hypertensive subjects. *American Journal of Hypertension*, 19(9), 951–957. <https://doi.org/10.1016/j.amjhyper.2006.02.001>

Williams, B., Mancia, G., Spiering, W., Agabiti Rosei, E., Azizi, M., Burnier, M., Clement, D. L., Coca, A., de Simone, G., Dominiczak, A., Kahan, T., Mahfoud, F., Redon, J., Ruilope, L., Zanchetti, A., Kerins, M., Kjeldsen, S. E., Kreutz, R., Laurent, S., & Lip, G. Y. H. (2018). 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension.

European Heart Journal, 39(33), 3021–3104.
<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy339>

Capítulo 10

Políticas europeias de promoção da atividade física benéfica para a saúde e a situação de Portugal

Amílcar ANTUNES¹, Bruno AVELAR-ROSA^{2, 3, 4}

¹ Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Setúbal (Portugal)

² Qantara Sports (Portugal, Espanha, Emirados Árabes Unidos e Arábia Saudita)

³ Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade de Coimbra (Portugal)

⁴ Programa Nacional para a Promoção da Atividade Física, Direção-Geral da Saúde (Portugal)

Introdução

A importância da atividade física para a saúde individual e pública é hoje uma evidência amplamente estudada e reconhecida. A atividade física promove o bem-estar pessoal e social e aumenta a longevidade dos cidadãos (Arem et al. 2015), contribui para a prevenção e tratamento das doenças não transmissíveis (Pederson & Saltin, 2015), tendo sido inclusivamente considerada uma “*best-buy*” pela Organização Mundial da Saúde (2017) devido à relação custo-eficácia que a mesma promove, também em matéria económica, no âmbito das políticas de saúde, e, inclusivamente, contribui para a ação climática e um planeta mais sustentável (OMS, 2022; PIMC, 2022).

Porém, pese embora o consenso relativamente aos seus benefícios, a prática de atividade física continua a não fazer parte do quotidiano na maior parte dos indivíduos em todo o mundo. Com efeito, num relevante

estudo efetuado antes da pandemia da COVID-19, foi demonstrado que dois terços de 1,9 milhões de adultos de 168 países estão em risco por não serem ativos ou suficientemente ativos (Guthold, Stevens, Riley, & Bull, 2018). Em Portugal, e seguindo os dados do Eurobarómetro, observa-se que os portugueses não só são dos menos ativos entre todos os países da União Europeia, como também os seus resultados têm vindo a piorar ao longo de cada Eurobarómetro¹² publicado em 2010, 2014 e 2018.

1. As políticas europeias de promoção da atividade física benéfica para a saúde

Com base nestes fundamentos, estão hoje vigentes diferentes recomendações e guias, publicadas por organizações tutelares de referência no setor³, com o objetivo de apoiar os países e as organizações responsáveis a criar, implementar e monitorizar políticas de promoção da atividade física benéfica para a saúde. Inclusivamente, outras organizações tutelares mais focadas em outras dimensões do desporto que vão além da relação entre a

¹ 66% (2010), 72% (2014) e 74% (2018) responderam “nunca” ou “quase nunca” praticarem exercício físico ou desporto, enquanto 51% (2010), 76% (2014) e 79% (2018) responderam “nunca” ou “quase nunca” realizarem outros tipos de atividade física (andar de bicicleta, dançar, jardinagem, ...).

² Contudo, é de assinalar que no tempo durante e pós-covid, e de acordo com os dois estudos realizados no âmbito do Inquérito Nacional sobre Hábitos de Alimentação e de Atividade Física em contexto de Pandemia COVID-19, embora tenha havido um aumento do tempo sedentário, também se verificou uma tendência de melhoria da prática nos níveis de atividade física (cf. Direção-Geral da Saúde, 2020; Direção-Geral da Saúde, 2021).

³ Por exemplo, Comissão Europeia, Organização Mundial da Saúde, Sociedade Internacional da Atividade Física para a Saúde.

atividade física e a saúde, têm reconhecido a necessidade da sua promoção e integrado a sua promoção nas suas visões e intervenções estratégicas⁴. No que ao contexto europeu diz respeito⁵, são de assinalar três documentos, e o processo de monitorização que lhes estão associados, que vêm regendo as políticas europeias no setor e fomentando a criação, implementação, adequação e monitorização destas políticas a nível dos Estados-membros da União.

1.1. Livro Branco do Desporto

Publicado em 2007 no seguimento da publicação do Tratado de Lisboa também no ano de 2007, o Livro Branco no Desporto veio estabelecer as principais áreas de intervenção europeia no contexto do desporto e também os setores onde se pretende que os diferentes países possam desenvolver, com apoio europeu, as suas próprias políticas. Sendo constituído por 3 capítulos (1. Função social do desporto, 2. A dimensão económica do desporto e 3. Organização do desporto) é no primeiro (i.e., Função social do desporto) que é reconhecida como uma das prioridades “Melhorar a saúde pública graças à atividade física”.

1.2. Orientações da União Europeia para a Atividade Física

No seguimento do objetivo explicitado no Livro Branco do Desporto, foram publicadas em 2008 as Orientações da União Europeia para a Promoção da Atividade Física. Este documento foi publicado com o objetivo de servir de guia para os diferentes Estados-membros no que à implementação das suas políticas nacionais diz respeito. Assumindo uma abordagem eminentemente trans-setorial, o documento inclui 41 orientações focadas distribuídas pelos seguintes setores de intervenção, (1)

⁴ Veja-se, por exemplo, as atuais estratégias do Comité Olímpico Internacional ou da TAFISA - Associação Mundial de Desporto para Todos.

⁵ As quais são decorrentes da inclusão do desporto como área em que a União tem competência e responsabilidade no Tratado de Lisboa (artigo n.º 156)

o desporto (considerando a administração central, as administrações locais, o desporto organizado e o desporto e atividade física não organizados), (2) a saúde (nomeadamente os setores da saúde pública, dos cuidados de saúde e dos seguros de saúde), (3) a educação (focando a atividade física nas escolas e a educação e formação dos profissionais de saúde), (4) o transporte, ambiente, planeamento e segurança, (5) o ambiente de trabalho, e (6) os serviços para idosos.

1.3. A recomendação do Conselho relativamente a promoção trans-setorial das atividades físicas benéficas para a saúde

Publicada em 2013, a Recomendação do Conselho de destaca-se pela proposta de 23 indicadores criados com o objetivo de avaliar as políticas de atividade física benéfica para a saúde, em consistência com as orientações da EU para a atividade física. Os 23 indicadores são os seguintes:

Tabela 1. 23 indicadores constantes na Recomendação do Conselho publicada em 2013.

Setor	Indicador
Recomendações e orientações internacionais em matéria de atividade física (Orientações 1-2)	<p>Existência de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Recomendação nacional sobre a atividade física para a saúde. 2. Adultos que cumprem a recomendação mínima da OMS⁶ sobre a atividade física para a saúde ou recomendações nacionais equivalentes. 3. Crianças e adolescentes que cumprem a recomendação mínima da OMS sobre a

⁶ OMS = Organização Mundial de Saúde.

	atividade física para a saúde ou recomendações nacionais equivalentes.
Abordagem trans-setorial (Orientações 3-5)	Existência de: 4. Mecanismo nacional de coordenação da promoção da HEPA ⁷ . 5. Fundos atribuídos especificamente à promoção da HEPA.
Desporto (Orientações 6-13)	Existência de: 6. Política e/ou plano de ação nacionais de desporto para todos. 7. Clubes desportivos orientados para a saúde (Programa Clubes Desportivos para a Saúde). 8. Quadro para favorecer o acesso dos grupos socioeconómicos desfavorecidos a instalações recreativas ou desportivas. 9. Grupos-alvo visados pela política nacional de HEPA.
Saúde (Orientações 14-20)	Existência de: 10. Controlo e acompanhamento da atividade física e do comportamento sedentário. 11. Aconselhamento sobre a atividade física efetuado por profissionais de saúde. 12. Formação em atividade física no currículo dos profissionais de saúde
Educação	Existência de:

⁷ HEPA = Health-enhancing Physical Activity = Atividade Física Benéfica para a Saúde.

(Orientações 21-24)	<p>13. Educação física nas escolas primárias e secundárias.</p> <p>14. Programas de promoção da atividade física ligada às escolas.</p> <p>15. A HEPA na formação dos professores de educação física.</p> <p>16. Programas de promoção da mobilidade ativa de casa para a escola.</p>
<p>Ambiente, urbanismo, segurança pública (Orientações 25-32)</p>	<p>Existência de:</p> <p>17. Nível de ciclismo/marcha.</p> <p>18. Orientações europeias para a melhoria das infraestruturas de atividade física nos tempos livres.</p>
<p>Programas de promoção da mobilidade ativa de casa para o trabalho (Orientações 33-34)</p>	<p>Existência de:</p> <p>19. Programas de promoção da mobilidade ativa de casa para o trabalho.</p> <p>20. Programas para promover a atividade física no local de trabalho.</p>
<p>Terceira idade (Orientações 35-37)</p>	<p>Existência de:</p> <p>21. Programas para intervenções comunitárias de promoção da atividade física dos idosos.</p>
<p>Indicadores/avaliação (Orientação 38)</p>	<p>Existência de:</p> <p>22. Políticas nacionais de HEPA que incluem um plano de avaliação</p>
<p>Sensibilização e divulgação</p>	<p>Existência de:</p> <p>23. Existência de uma campanha de sensibilização nacional sobre a atividade física</p>

(Orientação 39)⁸

Estes indicadores, definidos à luz das orientações da União Europeia para a Promoção da Atividade Física, passaram a representar o referencial de monitorização e avaliação relativo à implementação de políticas de promoção da atividade física benéfica para a saúde nos diferentes Estados-membros da União.

1.4. Monitorização

No seguimento da definição dos 23 indicadores propostos pela Recomendação do Conselho, A Comissão Europeia tem vindo a publicar relatórios com carácter trianual) onde demonstra os resultados verificados por todos os países da União em relação a cada um dos indicadores. No caso de Portugal, e considerando os relatórios de 2016 e 2019 (aguarda-se publicação mais recente), é de assinalar o cumprimento dos seguintes indicadores.

Tabela 2. Cumprimento dos indicadores respeitantes à recomendação do Conselho relativa à promoção trans-setorial das atividades físicas benéficas para a saúde por parte de Portugal nos relatórios de 2016 e 2019.

	Cumpridos	Não cumpridos
2016	8 (indicadores 2, 3, 4, 5, 6, 9, 13 e 22)	13

⁸ Tal como assinalado, as Orientações da União Europeia para a Promoção da Atividade Física incluem 41 recomendações e não apenas 39 como explicitado na Recomendação do Conselho. As Recomendações 40 e 41 dizem respeito à criação e desenvolvimento de uma Rede Europeia de Promoção da Atividade Física benéfica para a saúde pelo que não são integradas nos 23 indicadores que visam a promoção de políticas de âmbito nacional.

		(indicadores 1, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 e 23)
2019	15 (Indicadores 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 22 e 23)	8 (Indicadores 1, 7, 11, 16, 18, 19, 20 e 21)

Portugal apresenta uma progressão positiva no cumprimento dos indicadores definidos, tendo evoluído do 27º país (ainda na Europa dos 28) com menos indicadores alcançados, para o 16º país (em *ex-aequo* com outros 7 países) com mais indicadores alcançados. Contudo, é notório que os resultados alcançados não colocam o país na liderança política em matéria de promoção da atividade física para a saúde.

1.5. O contributo da Organização Mundial da Saúde

Embora com um longo contributo em matéria de atividade física e saúde, mais recentemente a Organização Mundial da Saúde tem contribuído para as políticas europeias (e nacionais) a quatro níveis: (1) através da intervenção da unidade de atividade física da própria Organização Mundial da Saúde e do seu Plano de Ação Global para a Promoção da Atividade Física 2018-2030⁹, (2) através do trabalho

⁹ O Plano de Ação Global para a Promoção da Atividade Física 2018-2030, publicado pela Organização Mundial da Saúde tem por objetivo reduzir a inatividade física mundial em 10% em 2025 e 15% até 2030. Para tal, o Plano está estruturado em 4 grandes áreas de intervenção, incluindo estas um total de 20 ações prioritárias: (1) *Criar Sociedades Ativas* (Implementar campanhas de marketing social, Promover benefícios partilhados, Realizar eventos de participação em massa e Fomentar a capacitação dos profissionais), (2) *Criar Ambientes Ativos* (Integrar políticas de transportes e planeamento urbano, Melhorar os percursos pedonais e ciclovias, Reforçar a segurança rodoviária, Melhorar o acesso aos espaços públicos ao ar livre e Implementar políticas de

desenvolvido pela Delegação Europeia da Organização Mundial de Saúde, nomeadamente através da publicação da Estratégia para a Atividade Física na Região Europa 2016-2025¹⁰ e da publicação das “*factsheets on physical activity*” nacionais¹¹, publicadas em coerência com os relatórios resultantes da Recomendação do Conselho de 2013 e publicadas em conjunto com a União Europeia, e (3) através das publicações e disseminação das boas práticas identificadas nos diferentes setores de promoção da atividade física benéfica para a saúde¹².

construção de infraestruturas proativas), (3) *Criar Pessoas Ativas* (Reforçar a educação física e a promoção da atividade física na escola, Incorporar a atividade física nos serviços de saúde e serviços sociais, Oferecer programas em múltiplos contextos, Melhorar a oferta para a população sénior, Dar prioridade a programas para os menos ativos e Implementar iniciativas ao nível comunitário), e (4) *Criar Sistemas Ativos* (Reforçar as políticas, a liderança e a governança, Melhorar e integrar sistemas de dados e vigilância, Reforçar a investigação e o desenvolvimento, Expandir a advocacia e Desenvolver mecanismos financeiros inovadores).

¹⁰ Que assume 5 áreas de intervenção prioritárias: (1) Fomentar a liderança e coordenação para a promoção da atividade física, (2) Promover o desenvolvimento de crianças e jovens, (3) Promover a atividade física para todos os adultos como parte do seu quotidiano, incluindo transporte, lazer, no trabalho e no âmbito dos cuidados de saúde, (4) Promover a atividade física nos idosos, e (5) Desenvolver mecanismos e processos de monitorização, vigilância, avaliação e investigação através da criação e fornecimento de ferramentas e plataformas que o permitam e estimulem.

¹¹ Publicadas em 2016, 2019 e 2022 e onde, além de identificar os indicadores onde cada país desenvolve atividade, discrimina as práticas efetuadas permitindo assim observar e comparar as mesmas em relação a cada um dos 23 indicadores considerados.

¹² Atualmente, contabilizam-se quatro publicações de boas práticas de promoção da atividade física em outros tantos setores específicos, nomeadamente na educação (2018), saúde (2018), no trabalho (2020) e no desporto (2020).

2. A abordagem portuguesa

Desde a publicação das Orientações da União Europeia para a Promoção da Atividade Física e da Recomendação do Conselho relativamente à promoção trans-setorial das atividades físicas benéficas para a saúde, e respetivos 23 indicadores propostos, são várias as iniciativas e planos a serem desenvolvidos e levados a cabo entre as duas organizações que, atualmente, assumem essa responsabilidade do ponto de vista tutelar. Neste sentido é de destacar a intervenção do Instituto Português do Desporto e Juventude, I.P., através do Plano Nacional de Desporto para Todos e a organização da Semana Europeia do Desporto e do Dia Mundial da Atividade Física (ambas integradas na campanha da Comissão Europeia #BeActive) além do fomento da prática de atividade junto das Federações com Utilidade Pública Desportiva e outras organizações do setor, e a intervenção da Direção-Geral da Saúde, através do Programa Nacional para a Promoção da Atividade Física, um dos 12 Programas Prioritários do Plano Nacional de Saúde.

No setor específico da saúde, a promoção da atividade física desenvolve-se de forma explícita a partir da publicação, em 2016, da Estratégia Nacional para a Promoção da Atividade Física, da Saúde e do Bem-estar. Com base nesta estratégia, e visando operacionalizar os objetivos nestes definidos¹³, surge então o mencionado Programa Nacional para a Promoção da Atividade Física na Direção-Geral da Saúde, o qual tem vindo a desenvolver atividade diversa no âmbito dos seus 4 objetivos operacionais: (1) Comunicação, (2) Sistema e Serviço de Saúde, (3) Ambiente e contextos de vida, e (4) Vigilância e monitorização.

¹³ Os objetivos da Estratégia Nacional para a Promoção da Atividade Física, Saúde e Bem-estar apresenta 5 objetivos: (1) Promoção da Atividade Física, (2) Profissionais de Saúde, (3) Trabalho Intersectorial, (4) Investigação, e (5) Monitorização.

Notas finais

No seu conjunto, as políticas nacionais promotoras da atividade física procuram corresponder às recomendações internacionais na matéria, mas, sobretudo, aplicá-las na sua realidade gerando impacto nas comunidades e nos cidadãos que as constituem.

O atual posicionamento europeu neste âmbito, consequente do Tratado de Lisboa e da publicação do Livro Branco do Desporto e das Orientações da União Europeia para a Promoção da Atividade Física, em conjunto com o trabalho desenvolvido pelas diferentes estâncias da Organização Mundial da Saúde (do ponto de vista das recomendações mas também do ponto de vista do planeamento estratégico), têm permitido aos diferentes países europeus, entre os quais se inclui Portugal, o usufruto de um guia de ação que, simultaneamente alavanca as intervenções políticas nacionais (conferindo-lhes robustez) e as coloca em posição de comparabilidade entre si (no sentido de melhorar e partilhar as intervenções conhecidas e a realizar).

Na prática, cabe agora às organizações da sociedade civil a implementação das orientações e o usufruto dos apoios devidos (p.e. Plano Nacional de Desporto para Todos a nível nacional e o programa Erasmus+ Sport a nível europeu). Com efeito, só através da relação entre as diferentes escalas e setores promotores de atividade física será possível contribuir para a melhoria dos índices de atividade física e, consequentemente, da saúde pública nacional.

Referências Bibliográficas

Arem, H., Moore, S., Patel, A., Hartge, P., Berrigton de González, A., Visvanathan, K. et al. (2015). Leisure time physical activity and mortality: A detailed pooled analysis of the Dose-Response relationship. *JAMA*

International Medicine, 175(6), 959-967. DOI: [10.1001/jamainternmed.2015.0533](https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2015.0533).

- Comissão Europeia (2007). *Livro Branco do Desporto*: Bruxelas: CE.
- Comissão Europeia (2008). *Orientações da União Europeia para a Promoção da Atividade Física*. Bruxelas: EC.
- Comissão Europeia (2016). *Relatório da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões sobre a aplicação da Recomendação do Conselho sobre a promoção trans-sectorial de atividade física benéfica para a saúde*. Bruxelas: CE.
- Comissão Europeia (2019). *Relatório da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões sobre a aplicação da Recomendação do Conselho sobre a promoção trans-sectorial de atividade física benéfica para a saúde*. Bruxelas: CE.
- Conselho da União Europeia (2013). Recomendação do Conselho de 26 de novembro de 2013 relativa à promoção trans-sectorial das atividades físicas benéficas para a saúde. *Jornal Oficial da União Europeia*, C 354/01.
- Direção-Geral da Saúde (2016). *Estratégia Nacional para a Promoção da Atividade Física, da Saúde e do Bem-Estar 2016-2025*. Lisboa: DGS.
- Direção-Geral da Saúde (2020). *REACT-COVID. Inquérito sobre Alimentação e Atividade Física em Contexto da Pandemia COVID-19*. Lisboa: DGS.
- Direção-Geral da Saúde (2021). *REACT-COVID 2.0. Inquérito sobre Alimentação e Atividade Física em Contexto da Pandemia COVID-19*. Lisboa: DGS.
- Direção-Geral da Saúde (2021). *Programa Nacional para a Promoção da Atividade Física: Relatório 2021*. Lisboa: DGS.
- Guthold, R., Stevens, G., Riley, L., & Bull, F. (2018). Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358

population-based surveys with 1.9 million participants. *The Lancet: Global Health*, 6(10), E1077-E1086. DOI: [10.1016/S2214-109X\(18\)30357-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30357-7).

Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (2022). *Climate Change 2022 Report: Migration of Climate Change*. Geneva: PIMC.

Organização Mundial da Saúde (2017). *Tackling NCDs: 'best buys' and other recommended interventions for the prevention and control of noncommunicable diseases*. Genebra: OMS.

Organização Mundial da Saúde (2018). *Global Action Plan on Physical Activity 2018-2030*. Genebra: OMS.

Organização Mundial da Saúde (2022). *Walking and Cycling: Latest evidence to support policy-making and practice*. Genebra: OMS.

Organização Mundial da Saúde – Região Europa (2015). *Factsheets on health-enhancing physical activity in the 28 European Union member states of the WHO European region*. Copenhaga: Delegação Europa da OMS.

Organização Mundial da Saúde – Região Europa (2016). *Physical Activity Strategy for the WHO European Region 2016-2025*. Copenhaga: Delegação Europa da OMS.

Organização Mundial da Saúde – Região Europa (2018). *Promoting Physical Activity in the health sector: current status and success stories from the European Member States of the WHO European Region*. Copenhaga: Delegação Europa da OMS.

Organização Mundial da Saúde – Região Europa (2018). *Promoting Physical Activity in the education sector: current status and success stories from the European Member States of the WHO European Region*. Copenhaga: Delegação Europa da OMS.

Organização Mundial da Saúde – Região Europa (2018). *Physical activity factsheets for the 28 European Union member states of the WHO European region*. Copenhaga: Delegação Europa da OMS.

Organização Mundial da Saúde – Região Europa (2020). *Promoting Physical Activity in the sport sector: current status and success stories from*

the European Member States of the WHO European Region. Copenhaga: Delegação Europa da OMS.

Organização Mundial da Saúde – Região Europa (2020). *Promoting Physical Activity in the work sector: current status and success stories from the European Member States of the WHO European Region*. Copenhaga: Delegação Europa da OMS.

Organização Mundial da Saúde – Região Europa (2021). *2021 Physical activity factsheets for the 28 European Union member states of the WHO European region*. Copenhaga: Delegação Europa da OMS.

Pederson, B., & Saltin, B. (2015). Exercise as medicine: Evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scandinavian Journal of Medicine and Sport Sciences*, 2015 Dec, 25 Suppl 3, 1-72. DOI: [10.1111/sms](https://doi.org/10.1111/sms).

União Europeia (2007). *Tratado de Lisboa*. Bruxelas: UE.

União Europeia (2010). *Special Eurobarometer 334: Sport and Physical Activity*. Bruxelas: Direção de Publicações da UE.

União Europeia (2014). *Special Eurobarometer 412: Sport and Physical Activity*. Bruxelas: Direção de Publicações da UE.

União Europeia (2018). *Special Eurobarometer 472: Sport and Physical Activity*. Bruxelas: Direção de Publicações da UE.

Capítulo 11

Treinar ou não para a falha muscular? Aspectos importantes a serem considerados na prescrição do treinamento resistido

João Guilherme Vieira da Silva¹

¹Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de fora, Minas Gerais, Brasil.

O treinamento resistido (TR) tem sido amplamente recomendado por gerar adaptações musculoesqueléticas que proporcionam efeitos benéficos para a saúde em geral [1, 2]. Além dos diversos efeitos para a saúde, o TR reconhecidamente aumenta a força muscular, potência de saída, velocidade de encurtamento dos sarcômeros, resistência muscular, equilíbrio, coordenação e a hipertrofia muscular de atletas e não-atletas [3, 4]. Após o surgimento dos posicionamentos do *American College of Sports Medicine* [5, 6], observou-se que o TR cresceu em número de adeptos e ganhou espaço em diferentes vertentes como a medicina esportiva, desempenho atlético e os esportes em geral, com um substancial aumento no número de produções científicas [7]. O grande aumento no número de pesquisas vêm nortear a importância da supervisão adequada e da manipulação das diferentes variáveis que compõem o TR como, por exemplo, tipo de contração muscular, carga externa utilizada, número de repetições realizadas, número de séries, duração do intervalo de descanso, tempo de movimento, tipo e sequência dos exercícios, frequência de treinamento e nível de esforço [5, 6], que influenciam na magnitude das

adaptações dos sistemas neuromuscular, neuroendócrino e musculoesquelético [8]. Pois sabe-se que uma má supervisão associada a manipulação inadequada dessas variáveis podem atenuar as respostas adaptativas, além de elevar a incidência de lesões e danos fisiológicos [9, 10].

É amplamente difundido que séries realizadas no TR com cargas entre 67-85% de uma repetição máxima (1RM) são mais eficazes para os ganhos hipertróficos, enquanto séries realizadas com cargas acima de 85% de 1RM são mais eficazes para os ganhos de força muscular [11, 12]. Tal afirmação é extremamente relevante para os praticantes de TR, pois em suma, a maioria busca ganhos estéticos relacionados ao aumento da massa muscular, que é precedido de adaptações neurais levando a incrementos na força muscular [13]. Entretanto, estudos recentes têm desmistificado o paradigma da carga, visto que, o nível de esforço, que é o número real de repetições realizadas em uma série em relação ao número máximo que pode ser completado [14], tem sido considerado o grande precursor das adaptações oriundas do TR [15, 16], existindo relatos na literatura até com TR sem carga [17], desde que haja fibras musculares suficientes submetidas à mecanotransdução.

Diferentes níveis de esforço ocasionam diferentes respostas nas propriedades biomecânicas, resposta metabólica, dano muscular e percepção de esforço [18]. O nível de esforço, muita das vezes negligenciado na prescrição do TR, pode ser facilmente manipulado a medida que se aproxima ou não da falha muscular momentânea [19]. O maior esforço aplicado durante o TR para falha muscular pode exigir o recrutamento de unidades motoras (UMs) com maior limiar de excitabilidade [20]. A falha muscular momentânea pode ser definida como o ponto do exercício onde não se consegue completar a fase concêntrica do movimento, devido a fadiga de todo o espectro de UMs que incapacita o músculo de deslocar a carga do exercício [20, 21], que coincide com o ângulo de maior braço de momento da resistência, também conhecido como “*sticking point*” [22]. Na literatura específica, esta temática é fruto

de grandes debates no que tange a necessidade de se exercitar para a falha muscular quando se objetiva atingir adaptações hipertróficas e de força muscular. Alguns estudos mostram melhores resultados quando a realização dos exercícios é para a falha muscular [23, 24], principalmente quando a carga de treinamento é considerada baixa [25]. Enquanto, outros estudos têm demonstrado que os estímulos que não alcançam a falha muscular causam um efeito similar ou superior ao treinamento para a falha muscular [26-29].

Dada essa controvérsia, três recentes meta-análises testaram a hipótese de diferença entre o TR com e sem falha muscular sobre a força muscular, hipertrofia muscular, e potência de saída [30-32]. Davies et al. [30], errata publicada posteriormente [33], não encontraram diferenças significativas na força muscular quando comparado o TR com e sem falha (tamanho do efeito [TE] = 0,05, $p = 0,73$). Nenhum efeito significativo foi encontrado quando exercícios multiarticulares (agachamento: TE = -0,03, $p = 0,91$; supino reto: TE = -0,12, $p = 0,60$) ou exercícios uniarticulares (TE = 0,23, $p = 0,34$) foram incluídos. Além disso, nenhum efeito significativo foi encontrado quando o volume foi controlado ($p = 0,64$) ou não ($p = 0,23$). Entretanto, vale ressaltar, que o estudo de Davies et al. [30] analisou apenas a força muscular como desfecho, e portanto, ainda restam lacunas a serem preenchidas.

Mais recentemente, Grgic et al. [31] objetivaram realizar uma revisão sistemática e meta-análise de atualização que comparasse os efeitos do TR com e sem falha na força muscular e na hipertrofia muscular. Ao considerar todos os estudos disponíveis, a meta-análise para ganhos de força muscular e para a hipertrofia muscular não demonstraram diferenças quando comparado o TR com e sem falha muscular (TE = -0,09; $p = 0,198$; TE = 0,22; $p = 0,152$, respectivamente). Entretanto, as análises de subgrupos que estratificaram os estudos de acordo com a região do corpo, seleção dos exercícios ou delineamento da pesquisa não mostraram diferenças significativas entre as condições de treinamento. Porém, nos estudos que não equalizaram o volume de treinamento, a análise mostrou

uma melhoria significativa do treinamento sem falha sobre os ganhos de força muscular (TE = -0.32; $p = 0.025$). Por outro lado, para indivíduos treinados, a análise mostrou um efeito significativo do treinamento para falha na hipertrofia muscular (TE = 0.15; $p = 0.039$).

As revisões e meta-análises citadas acima esclarecem diversos aspectos sobre a aplicabilidade do TR utilizando ou não a falha muscular como uma técnica de treinamento com o objetivo de se alcançar maiores adaptações de força e hipertrofia muscular. Ainda assim, outra revisão sistemática e meta-análise publicada recentemente incorporou como desfecho a potência de saída, além da força e hipertrofia muscular [32]. Vieira et al. [32] objetivaram sumarizar as evidências de estudos longitudinais que avaliaram os efeitos do TR realizado com e sem falha muscular sobre a força muscular, hipertrofia muscular e potência de saída. Como resultados, não foi encontrado diferença entre o TR com e sem falha sobre a força muscular na análise geral (TE = -0,08; $p = 0,642$), mas foi observado um aumento maior da força muscular no TR sem falha muscular considerando o volume não equalizado (TE = -0,34; $p = 0,048$). O TR realizado para falha mostrou um aumento maior na hipertrofia muscular do que o TR sem falha (TE = 0,75; $p = 0,005$), enquanto nenhuma diferença foi observada considerando o volume equalizado. Não foi encontrada diferença na potência de saída considerando a análise geral (TE = -0,20; $p = 0,239$), enquanto uma maior melhoria foi observada no TR sem falha muscular considerando o volume não equalizado (TE = -0,61; $p = 0,025$).

Vieira et al. [32] ainda exploraram outros aspectos poderiam moderar o efeito relacionados aos ganhos de força e hipertrofia muscular. Por exemplo, foi mostrado que em exercícios de membro inferior houve diferença significativa a favor do treinamento sem falha para ganhos de força muscular (TE = -0,38; $p = 0,015$), sendo que nenhuma diferença foi encontrada quando comparado diferentes níveis de condicionamento (isto é, atletas versus não atletas). Diferentemente, para membros superiores, foi demonstrado maiores melhorias para o TR com falha muscular quando o desfecho analisado foi hipertrofia muscular (TE = 1,15;

$p = 0.000$). Tais resultados evidenciam a importância de um bom planejamento, pois deve se considerar diversos fatores, como, nível de condicionamento, volume e região do corpo que está sendo treinada ao definir qual a técnica de treinamento será utilizada.

Ressalta-se ainda, outros aspectos importantes que devem fazer parte das ferramentas dos treinadores ao se montar programas de TR. Dentre esses aspectos, devemos considerar que o maior nível de esforço aplicado no TR para falha leva a uma maior fadiga aguda, que pode postergar dias após as sessões de treinamento, necessitando de um maior tempo de recuperação entre as sessões quando comparado o TR com e sem falha muscular [18, 34]. Vieira et al. [18] recentemente demonstraram que o dano muscular é mais pronunciado 48h após a sessão de treinamento quando comparado o TR com e sem falha muscular ($TE = 0.86$; $p = 0.002$). Schoenfeld and Grgic [34] propuseram alguns fatores importantes acerca da temática considerando como desfecho a hipertrofia muscular. Segundo os autores, 2-3 repetições antes da falha muscular pode levar a ganhos comparáveis com o TR para a falha muscular, a frequência de treinamento tende a ser menor no TR para falha devido a necessidade de um maior intervalo de recuperação, o TR para falha pode ser periodizado em blocos com duração de até no máximo quatro semanas, indivíduos idosos devem treinar para não alcançar a falha muscular por questões de segurança, o TR para falha pode ser mais relevante quando aplicado em conjunto com cargas baixas (que necessitam da falha para alcançar um recrutamento de UMs de alto limiar de excitabilidade), por último e não menos importante, a falha muscular pode ser aplicada apenas na séries finais e quando se treina sem acompanhamento deve-se considerar exercícios que não colocam em perigo a integridade física do praticante.

Portanto, o presente capítulo explora diversas variáveis que cercam o TR levado ou não a falha muscular. Treinadores que prescrevem programas de TR devem estar cientes desses conhecimentos para uma abordagem segura e eficaz, levando atletas e praticantes a um nível superior de condicionamento de acordo com seus objetivos.

Referências Bibliográficas

1. Ashton RE, Tew GA, Aning JJ, Gilbert SE, Lewis L, Saxton JM. Effects of short-term, medium-term and long-term resistance exercise training on cardiometabolic health outcomes in adults: systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2020;54:341-8. doi:10.1136/bjsports-2017-098970.
2. Westcott WL. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Curr Sports Med Rep.* 2012;11:209-16. doi:10.1249/JSR.0b013e31825dabb8.
3. Suchomel TJ, Nimphius S, Bellon CR, Stone MH. The importance of muscular strength: training considerations. *Sports Med.* 2018;48:765-85. doi:10.1007/s40279-018-0862-z.
4. Suchomel TJ, Nimphius S, Stone MH. The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Med.* 2016;46:1419-49. doi:10.1007/s40279-016-0486-0.
5. Ratamess NA, Alvar BA, Evetoch TK, Housh TJ, Kibler WB, Kraemer WJ, et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41:687-708. doi:10.1249/MSS.0b013e3181915670.
6. Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, Feigenbaum MS, et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34:364-80. doi:10.1097/00005768-200202000-00027.
7. Kraemer WJ, Ratamess NA, Flanagan SD, Shurley JP, Todd JS, Todd TC. Understanding the science of resistance training: an evolutionary

perspective. *Sports Med.* 2017;47:2415-35. doi:10.1007/s40279-017-0779-y.

8. Bird SP, Tarpenning KM, Marino FE. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. *Sports Med.* 2005;35:841-51. doi:10.2165/00007256-200535100-00002.

9. Fry AC, Kraemer WJ. Resistance exercise overtraining and overreaching. Neuroendocrine responses. *Sports Med.* 1997;23:106-29. doi:10.2165/00007256-199723020-00004.

10. Hartmann U, Mester J. Training and overtraining markers in selected sport events. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:209-15. doi:10.1097/00005768-200001000-00031.

11. Campos GE, Luecke TJ, Wendeln HK, Toma K, Hagerman FC, Murray TF, et al. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *Eur J Appl Physiol.* 2002;88:50-60. doi:10.1007/s00421-002-0681-6.

12. NSCA. *Essentials of strength training and conditioning* 4^a ed: Human kinetics; 2016.

13. Sale DG. Neural adaptation to resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 1988;20:S135-45. doi:10.1249/00005768-198810001-00009.

14. Sánchez-Medina L, González-Badillo JJ. Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43:1725-34. doi:10.1249/MSS.0b013e318213f880.

15. Fink J, Kikuchi N, Nakazato K. Effects of rest intervals and training loads on metabolic stress and muscle hypertrophy. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2016;38:261-8. doi:10.1111/cpf.12409.
16. Morton RW, Oikawa SY, Wavell CG, Mazara N, McGlory C, Quadriatero J, et al. Neither load nor systemic hormones determine resistance training-mediated hypertrophy or strength gains in resistance-trained young men. *J Appl Physiol* (1985). 2016;121:129-38. doi:10.1152/jappphysiol.00154.2016.
17. Counts BR, Buckner SL, Dankel SJ, Jessee MB, Mattocks KT, Mouser JG, et al. The acute and chronic effects of "NO LOAD" resistance training. *Physiol Behav*. 2016;164:345-52. doi:10.1016/j.physbeh.2016.06.024.
18. Vieira JG, Sardeli AV, Dias MR, Filho JE, Campos Y, Sant'Ana L, et al. Effects of resistance training to muscle failure on acute fatigue: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2021. doi:10.1007/s40279-021-01602-x.
19. Fisher J, Steele J, Smith D, Gentil P. Periodization for optimizing strength and hypertrophy; the forgotten variables. *J Trainol*. 2018;7. doi:10.17338/trainology.7.1_10.
20. Willardson JM. The application of training to failure in periodized multiple-set resistance exercise programs. *J Strength Cond Res*. 2007;21:628-31. doi:10.1519/r-20426.1.
21. Steele J, Fisher J, Giessing J, Gentil P. Clarity in reporting terminology and definitions of set endpoints in resistance training. *Muscle Nerve*. 2017;56:368-74. doi:10.1002/mus.25557.

- 22.van den Tillaar R, Ettema G. A comparison of successful and unsuccessful attempts in maximal bench pressing. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41:2056-63. doi:10.1249/MSS.0b013e3181a8c360.
- 23.Drinkwater EJ, Lawton TW, Lindsell RP, Pyne DB, Hunt PH, McKenna MJ. Training leading to repetition failure enhances bench press strength gains in elite junior athletes. *J Strength Cond Res.* 2005;19:382-8. doi:10.1519/r-15224.1.
- 24.Karsten B, Fu YL, Larumbe-Zabala E, Seijo M, Naclerio F. Impact of two high-volume set configuration workouts on resistance training outcomes in recreationally trained men. *J Strength Cond Res.* 2021;35:136-43. doi:10.1519/jsc.0000000000003163.
- 25.Lacio M, Vieira JG, Trybulski R, Campos Y, Santana D, Filho JE, et al. Effects of Resistance Training Performed with Different Loads in Untrained and Trained Male Adult Individuals on Maximal Strength and Muscle Hypertrophy: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18. doi:10.3390/ijerph182111237.
- 26.Carroll KM, Bazyler CD, Bernards JR, Taber CB, Stuart CA, DeWeese BH, et al. Skeletal muscle fiber adaptations following resistance training using repetition maximums or relative intensity. *Sports* 2019;7. doi:10.3390/sports7070169.
- 27.Carroll KM, Bernards JR, Bazyler CD, Taber CB, Stuart CA, DeWeese BH, et al. Divergent performance outcomes following resistance training using repetition maximums or relative intensity. *Int J Sports Physiol Perform.* 2018:1-28. doi:10.1123/ijsp.2018-0045.
- 28.Lacerda LT, Marra-Lopes RO, Diniz RCR, Lima FV, Rodrigues SA, Martins-Costa HC, et al. Is performing repetitions to failure less important

than volume for muscle hypertrophy and strength? *J Strength Cond Res.* 2020;34:1237-48. doi:10.1519/jsc.0000000000003438.

29.Nóbrega SR, Ugrinowitsch C, Pintanel L, Barcelos C, Libardi CA. Effect of resistance training to muscle failure vs. volitional interruption at high- and low-intensities on muscle mass and strength. *J Strength Cond Res.* 2018;32:162-9. doi:10.1519/jsc.0000000000001787.

30.Davies T, Orr R, Halaki M, Hackett D. Effect of training leading to repetition failure on muscular strength: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2016;46:487-502. doi:10.1007/s40279-015-0451-3.

31.Grgic J, Schoenfeld BJ, Orazem J, Sabol F. Effects of resistance training performed to repetition failure or non-failure on muscular strength and hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. *J Sport Health Sci.* 2021. doi:10.1016/j.jshs.2021.01.007.

32.Vieira AF, Umpierre D, Teodoro JL, Lisboa SC, Baroni BM, Izquierdo M, et al. Effects of resistance training performed to failure or not to failure on muscle strength, hypertrophy, and power output: a systematic review with meta-analysis. *J Strength Cond Res.* 2021;35:1165-75. doi:10.1519/jsc.0000000000003936.

33.Davies T, Orr R, Halaki M, Hackett D. Erratum to: effect of training leading to repetition failure on muscular strength: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2016;46:605-10. doi:10.1007/s40279-016-0509-x.

34.Schoenfeld BJ, Grgic J. Does training to failure maximize muscle hypertrophy? *Strength Condit J.* 2019;41:108-13.

Capítulo 12

O Papel do Fisioterapeuta no Praticante de Exercício Físico

Pedro Belo¹

¹Agrupamento de Escolas Gardunha e Xisto, Portugal

A organização de Fisioterapeutas da Nova Zelândia define um fisioterapeuta desportivo como: “Um profissional reconhecido que demonstra competências avançadas na promoção da participação segura em atividades físicas, aconselhamento e adaptação de intervenções de reabilitação e de treino, com o objetivo de prevenir lesões, restaurar a função e contribuir para a melhoria do desempenho desportivo em atletas de todas as idades e habilidades, garantindo um alto padrão de prática profissional e ética“ (1).

A Federação Internacional de Fisioterapia Desportiva (IFSPT) (2) identificou 11 competências que são exigidas para fisioterapeutas desportivos. Em paralelo com essas competências, há um conjunto de skills ou padrões específicos que devem ser mantidos. Essas competências e padrões estão relacionados com os vários papéis sobrepostos que o fisioterapeuta desportivo desempenha (3).

Relativamente à gestão do cliente/paciente, os fisioterapeutas desportivos avaliam o risco de lesões associadas à participação num desporto ou atividade física específica (prevenção de lesão). Eles estão equipados e preparados para informar e gerir atletas, treinadores e os

demais integrantes da equipa multidisciplinar, de forma que haja uma redução na ocorrência de lesões específicas. (3)

No que diz respeito às intervenções agudas, fisioterapeutas desportivos possuem as skills para responder apropriadamente a uma lesão aguda ou doença em vários contextos, como treinos ou durante a competição. (3)

Na fase da reabilitação os fisioterapeutas desportivos utilizam o raciocínio clínico e skills terapêuticas para avaliar lesões relacionadas com o desporto. Além disso, eles têm a capacidade de projetar, implementar, avaliar e modificar intervenções baseadas na evidência, que visam um retorno seguro ao nível ideal de desempenho do atleta no seu desporto ou atividade física específica. (3)

Na melhoria da performance os fisioterapeutas desportivos contribuem para a melhoria do desempenho do atleta por meio da avaliação do perfil físico e do desempenho do mesmo, podendo aconselhar ou intervir para otimizar o desempenho num determinado desporto, numa abordagem de equipa multidisciplinar. (3)

Relativamente ao papel orientador, o mesmo contribuirá para a promoção de um estilo de vida seguro e ativo, sendo competente em trabalhar junto com outros profissionais num ambiente multidisciplinar para promover a participação segura em desportos e atividade física. Espera-se que forneçam conselhos suportados pela evidência sobre a atividade ou desporto ideal para um indivíduo específico, bem como conselhos sobre as formas de minimizar o risco de lesão e promover a saúde. (3)

Deverão promover as práticas de Fair Play e Anti-Doping contribuindo para a segurança, profissionalismo e ética. Defendem fortemente o jogo limpo. Aderem ao código de conduta internacional de fisioterapia desportiva sobre doping. (3)

Fisioterapeutas desportivos deverão ser líderes profissionais, apostando na formação contínua, mantendo e melhorando os seus padrões clínicos, através de abordagens críticas da prática, reflexivas e suportadas

pela evidência. Eles envolvem-se num processo contínuo de aprendizagem e ensino ao longo da sua carreira e colaboram ativamente com outros profissionais. (3)

Fisioterapeutas desportivos são competentes e profissionais na gestão de tempo, recursos e pessoal. Alcançam isso de forma profissional, legal e ética. Promovem também e facilitam o desenvolvimento profissional e a excelência. (3)

Deverão ser inovadores e com envolvimento de pesquisa: são informados e avaliam a sua prática em relação a novas informações. Identificam questões para um estudo mais aprofundado e são investidos e envolvidos em pesquisas que abordam essas questões em vários níveis. Disseminam nova informação e pesquisa para outros profissionais dentro da equipa multidisciplinar formada por diferentes meios, como comunicação de equipa, conferências, grupos de interesse, colaborações de pesquisa, reuniões, bem como material publicado. Estimulam e promovem a aplicação e integração de novos conhecimentos e inovação na prática da equipa multidisciplinar e nos processos de tomada de decisão. Influenciam, portanto, outras direções de pesquisa e inovação. (3)

“Quais os principais fatores contribuidores para o risco de lesão?” Os quatro fatores mais comumente relatados foram: a carga imposta no atleta; o bem-estar geral do atleta; a qualidade de comunicação interna dentro da equipa; o estilo de liderança do treinador principal.

A comunicação de alta qualidade entre profissionais com diferentes funções provavelmente promoverá melhores colaborações e contribuirá para melhores e mais informadas tomadas de decisão. Por outro lado, a comunicação de baixa qualidade pode ser um entrave a uma decisão informada, promovendo a tomada de decisão "unilateral".

Quando a comunicação interna é de qualidade elevada verifica-se uma correlação positiva com menor taxa de lesões, com menor severidade das lesões, maior comparecimento dos jogadores nos treinos e também maior disponibilidade para as provas e competições. (4, 5, 6)

De facto, qualquer àrea desportiva já percebeu que o trabalho de prevenção de lesões e preparação do atleta nas suas diferentes dimensões é um investimento dos mais importantes que podem fazer e que tem uma tradução direta em saúde (menos lesões), resultados (melhor desempenho e mais vitórias) e poupança de recursos. Por isso, têm procurado fisioterapeutas que acrescentem valor ao seu corpo clínico e que tenham um conhecimento profundo sobre a reabilitação e tratamento de lesões, avaliação, prevenção e critérios de return to play.

Um programa de return to play projetado de forma inteligente, que tem a combinação correta de tipo de contração, escolha de exercícios, cargas, número de séries, repetições, velocidade de contração e frequência do treino, aumentam significativamente os benefícios da reabilitação (7,8).

Referências Bibliográficas

- 1) <https://sportsphysiotherapy.org.nz/what-is-sports-physiotherapy/>.
- 2) International Federation of Sports Physical Therapists. Available from <https://ifspt.org/>.
- 3) Bulley C, Donaghy M, Coppoolse R, Bizzini M, van Cingel R, DeCarlo M, Dekker L, Grant M, Meeusen R, Phillips N, & Risberg M. Sports Physiotherapy Competencies and Standards.2004. SportsPhysiotherapy For All Project. [online] Available at: www.SportsPhysiotherapyForAll.org/publications/
- 4) Ekstrand J, Lundqvist D, Davison M, et al Communication quality between the medical team and the head coach/manager is associated with injury burden and player availability in elite football clubs British Journal of Sports Medicine 2019;53:304-308.
- 5) Ekstrand J, Hägglund M, Kristenson K, e al. Fewerligament injuries but no preventive effect on muscle injuries and severe injuries: an 11-

- year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med* 2013; 47:732–7.
- 6) Ekstrand J. Preventing injuries in professional football: thinking bigger and working together. *Br J Sports Med* 2016; 50:709–10.
 - 7) McCall A, Dupont G, Ekstrand J. Injury prevention strategies, coach compliance and player adherence of 33 of the UEFA Elite Club Injury Study teams: a survey of teams' head medical officers. *Br J Sports Med* 2016; 50:725–30.
 - 7) Ardern CL, Glasgow P, Schneiders A, Witvrouw E, Clarsen B, Cools A, Gojanovic B, Griffin S, Khan KM, Moksnes H, Mutch SA, Phillips N, Reurink G, Sadler R, Silbernagel KG, Thorborg K, Wangensteen A, Wilk KE, Bizzini M. 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *Br J Sports Med*. 2016 Jul;50(14):853-64.
 - 8) VanderHorst N, Backx F, Goedhart EA, Huisstede BM; HIPS-Delphi Group. Return to play after hamstring injuries in football (soccer): a worldwide Delphi procedure regarding definition, medical criteria and decision-making. *Br J Sports Med*. 2017 Nov;51(22):1583-1591.

Capítulo 13

Gamification, o Desporto e o Idoso

Amilcar Antunes¹

¹Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal

Com intenção de encontrar características distintivas do conceito de “gamification ou ludificação em português”, é necessário salientar que o termo apenas ganhou notoriedade na segunda metade de 2010, o que fez com que a palavra aparecesse no Google Trends. Todavia, (Burke, 2014, p. 5) refere que a palavra “gamification” foi avançada por Nick Pelling em 2002. No fundo, a palavra significava a aplicação de um modelo de jogo que acelerasse a interação do usuário, facilitando a sua transição para um programa ou tarefa. “Na perspetiva de Pelling, gamification tinha que ver com o hardware e centrava o termo para descrever os serviços da sua start-up, chamada Conundra Ltd.” (Burke, 2014, p. 5)

Embora o conceito se encontre em mutação, (Kapp, 2012, p. 13) refere que; “Embora o conceito de gamification tenha sofrido um rápido crescimento, os elementos que constituem a gamification, não são novos. Os militares têm usado os jogos de guerra e simuladores para treinarem as suas tropas durante séculos.”

Portanto, no decorrer desta análise fica bem marcada a importância que as características do próprio jogo têm na definição deste conceito e dos elementos que o constituem.

Neste contexto (Burke, 2014, p. 6) define o conceito “como a utilização das mecânicas de jogo e experiência no interface capaz de envolver digitalmente e motivar as pessoas para alcançar os seus objetivos.

- Mecânica de jogo – descreve os pontos-chave que são comuns à maioria dos jogos, tais como pontos, emblemas/sinais e tabelas de pontuação.

- Experiência de utilização – descreve a jornada/caminho do jogador através das características do jogo (game play), o espaço de jogo, e o curso da história do jogo.

- A gamification é um método que normalmente utiliza uma interface digital, em que os jogadores interagem.

- O objetivo da gamification é motivar as pessoas para alterarem os comportamentos, desenvolverem competências ou habilidades e desenvolverem soluções inovadoras.

- A gamification foca-se em permitir aos jogadores alcançarem os seus objetivos e como consequência a organização atinge os seus objetivos.”

Para (Reiners & Wood, 2015), na sua vasta obra “Gamification in Education and Business”, os investigadores apresentam uma abordagem ao conceito bastante interessante. Os autores têm como ponto de partida as teorias da motivação, referindo que se podem alterar comportamentos com base na recompensa, referindo até os trabalhos de (Skinner 1938). Todavia a definição do conceito é apresentada partindo de dois pressupostos diferentes, com base nas teorias da motivação extrínseca e intrínseca.

No modelo apontado pelos investigadores como “Reward-Based Gamification”, estão implícitas as teorias de motivação extrínseca, que se constituem como um conjunto de incentivos externos de recompensa, fazendo com que os indivíduos iniciem determinados comportamentos, que são desejados por parte de quem aplica o conceito de “gamification”. “As implicações disso para a gamification são importantes. Muitas formas de gamification estão focados em fornecer recompensas externas para tarefas. O designer do modelo de gamification decide quais ações desejadas e atribui recompensas, tais como pontos ou emblemas/sinais, para essas ações.

(...) A implementação de um sistema de gamification baseado na recompensa é relativamente fácil de executar. O designer seleciona os comportamentos a serem recompensados e atribui pontos. Estes pontos podem então ser convertidos em níveis e podem também ser usados num scoreboard, fomentando a competição entre os sujeitos. Um sistema de realização/sucesso pode encorajar comportamentos que vão para além do simples modelo de pontos. Os emblemas (badges) são formas de permitir que o individuo demonstre publicamente o seu sucesso e ou distinção, dentro do sistema.” (Reiners & Wood, 2015, pp. 2 - 3)

Os investigadores salientam que este tipo de modelo apresenta as suas limitações e deve ser implementado com cuidado, mediante circunstâncias específicas.

“Reward-based gamification é adequada para algumas situações. Caso a organização procure efeitos imediatos e de curto prazo, este tipo de modelo irá certamente criar alterações de comportamento. Este tipo de sistema cria um pico imediato de ativação por parte dos utilizadores que tentam explorar o novo sistema. Enquanto a organização estiver disposta a dar recompensas os comportamentos mantem-se por quem está motivado a receber as recompensas. Contudo se as recompensas pararem, os comportamentos desejados também podem parar.”

Conforme pudemos constatar, as principais limitações deste modelo estão relacionadas com a dependência de recompensas, ou seja, no fundo com o uso exclusivo de fatores externos de motivação. Os autores apontam ainda como principais limitações o facto de quando se entra neste processo de recompensa, não se pode interromper o ciclo, caso contrário os comportamentos desejados também irão parar. Para além das limitações apontadas, os autores indicam ainda que a utilização de recompensas externas pode prejudicar o comportamento dos sujeitos que já têm determinados comportamentos, por fatores intrínsecos.

“Se o objetivo é mudar alguém para a vida, usando recompensas de curto prazo pode ser prejudicial no longo prazo. Uma das principais conclusões nos estudos de (RYAN & DECI, 2004) é que as recompensas

extrínsecas minam a motivação intrínseca. Se as recompensas forem utilizadas para incentivar um comportamento que alguém já possui por motivação intrínseca, pode fazer com que o sujeito fique menos propenso para iniciar o mesmo tipo de atividade/comportamento.” (Reiners & Wood, 2015, p. 3)

Para além deste modelo, que tem por base fatores de recompensa externa, aumentando a motivação extrínseca, os investigadores indicam que o conceito de “gamification” também pode ser construído tendo em consideração as teorias da motivação intrínseca. A este tipo de modelo os autores designam-no como “Meaningful Gamification” ou “Gamification” com significado.

“A vontade de fazer alguma coisa sem uma recompensa externa é conhecida como motivação intrínseca (Deci & Ryan, 2004). A execução de tarefas por razões intrínsecas implica um estado mental mais saudável do que realizar tarefas para as recompensas extrínsecas.”

Neste contexto a teoria da “Self-Determination” desenvolvida por (Deci & Ryan, 2004) está na base do aumento da motivação intrínseca. “O conceito que está por detrás desta teoria é que a motivação intrínseca é a combinação de três necessidades psicológicas, como o sentimento de competência, autonomia e de relação.”

É com base nestes três fatores psicológicos que os autores explicam a construção do modelo “Meaningful Gamification”. No fundo verificamos que a construção e organização da mecânica de jogo é direcionada por estes três fatores, como podemos constatar na citação:

“Ter um bom resultado é apenas uma das razões pelas quais as pessoas jogam, os jogadores atraem-se pelos jogos pela exploração da narrativa, podendo tomar decisões interessantes e jogar com outras pessoas. Existem outros elementos de jogo que estão disponíveis para o designer de gamification, os quais podem aumentar a motivação intrínseca. A utilização dos elementos de jogo para aumentar a motivação intrínseca dos jogadores, numa situação de não jogo (contexto real) é conhecida como meaningful gamification.”

(...) “O designer do modelo de “Meaningful Gamification” terá de fornecer uma variedade de experiências e formas de envolver aumentando a possibilidade de que cada participante poder encontrar algo significativo. Isto está em concordância com o conceito de Desenho Universal para a Aprendizagem (Rose & Meyer, 2002), onde os alunos necessitam ter a capacidade de aprender um conceito de maneiras diferentes possibilitando-lhes demonstrarem o domínio sobre o conceito de diferentes maneiras. Ao permitir este leque de escolhas, aumenta as possibilidades de cada aluno, para que eles próprios possam encontrar significado e relação com os conteúdos.” (Reiners & Wood, 2015, pp. 4 - 5)

Estes autores acrescentam ainda, que outro aspeto relevante a ter em consideração é a necessidade da construção deste modelo ser centrada nos benefícios do utilizador em primeiro lugar e só depois é que devem ser considerados os benefícios da organização. Esta estratégia vai ter implicações na alteração de comportamentos a longo prazo e na motivação intrínseca dos utilizadores.

Para além desta matriz conceptual, os investigadores indicam que o modelo não é possível de ser operacionalizado se não tiver em consideração os seguintes elementos que estão na base da mecânica de jogo:

- Play-facilitar a liberdade para explorar e falhar dentro de limites.
- Exposição (Exposition) -criação histórias para os participantes que estão integrados com a criação do mundo real, permitindo-lhes também criarem a sua própria história.
- Escolha (Choice) - desenvolvimento de sistemas que colocam o poder da escolha, nas mãos dos participantes.
- Informação (Information) - utilização do design de jogo e os seus conceitos permitindo aos participantes aprenderem mais sobre o contexto real.

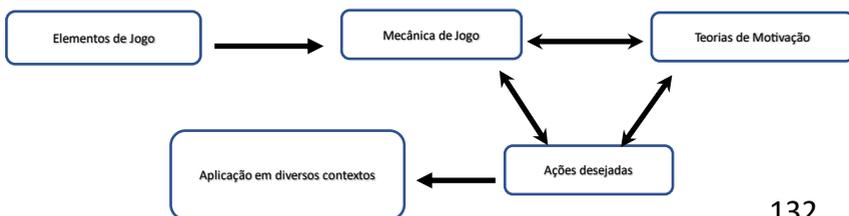
- Incentivar/envolver/ativar (Engagement) - incentivar os participantes a descobrir e aprender uns com os outros num “cenário” real.
- Reflexão (Reflection) - auxiliar os participantes a procurarem interesses e experiências passadas que podem aprofundar o envolvimento e aprendizagem.

Em suma, (Reiners & Wood, 2015) definem o conceito de “gamification” partindo das teorias da motivação extrínseca ou intrínseca. Por sua vez, cada uma destas perspectivas teóricas tem implicações na construção e organização do modelo de “gamification” a ser aplicado. No fundo, são estas perspectivas teóricas que fornecem a base organizativa pela qual os elementos que constituem a mecânica de jogo vão ser desenhados e aplicados.

De acordo com o que temos vindo a estudar a Gamification é a aplicação de um conjunto de elementos e princípios de jogo em contextos de não-jogo (reais). Por sua vez a organização dos diversos elementos de jogo acaba por formatar a própria mecânica de jogo que são utilizados nos chamados contextos não-jogo/reais, na tentativa de melhorar o envolvimento do utilizador em diferentes situações, produtividade organizacional, aprendizagem, recrutamento e avaliação de funcionários, facilidade de uso e utilidade dos sistemas, exercício físico (diversas aplicações que promovem e fornecem dados sobre atividade física), infrações de trânsito (caso atual da carta por pontos), entre outros. As investigações realizadas sobre este tema mostram que na maioria dos estudos, existem efeitos positivos na sua aplicação. Todavia (Fuchs, 2014) alerta para a utilização da gamification como uma ideologia que aumenta a performance do sistema corrente com uma vertente motivacional inconsciente. Neste sentido o investigador alerta para a criação de uma falsa consciência, onde se identificam perigos mediante os objetivos e contextos de aplicação deste processo.

Em grande parte, esta “falsa consciência” sucede devido à aplicação de determinadas técnicas de gamification que exploram os desejos naturais das pessoas para socializarem, aprenderem, dominarem, competirem, realizarem-se, reconhecimento, auto-expressão, altruísmo ou finalização. Por sua vez, estes elementos têm uma grande relação com diversas teorias de motivação. As primeiras estratégias de gamification tinham como princípio o uso de recompensas (Rewards) para os jogadores que realizassem as tarefas desejadas ou concorrência/competição para envolver os jogadores. Os tipos de recompensas incluem pontos, emblemas ou níveis, o preenchimento de uma barra de progresso, ou fornecer ao utilizador uma moeda virtual. Dar recompensas públicas, pela realização de tarefas ou a colocação de scoreboards, são formas de encorajar os jogadores a envolverem-se e competir. Por vezes este tipo de estratégia pode obter resultados indesejados, como um baixo nível de cooperação e colaboração ou comportamentos antiéticos. Neste sentido já tínhamos abordado os trabalhos de (Reiners & Wood, 2015), quando nos apresentavam o conceito de “Meaningful Gamification”.

Por vezes os elementos e técnicas de gamification, passam completamente despercebidos, principalmente quando acoplados a novas tecnologias. (Giannakis, Chorianopoulos, & Jaccheri, 2013), estudaram um conjunto de aplicações de software que transmitem parâmetros relativos ao exercício físico executado pelos utilizadores. Os investigadores identificaram um conjunto de elementos como o tempo, velocidade, localizações e sistemas de pontuação. É ainda, cada vez mais habitual este tipo de aplicações com ligações à internet onde os tempos e records dos utilizadores ficam acessíveis à comunidade utilizadora e não só. Em síntese, através do contributo dos diversos autores é possível identificar uma metodologia de aplicação.



Na visão de (Kapp, 2012), na sua obra “(The Gamification of Learning and Instruction - Game-Based Methods and Strategies for Training and Education, 2012)”, apresenta uma abordagem do conceito enquadrada na área da educação e formação, o investigador depois de uma abordagem ao tema pelos diversos autores, faz uma sumula dos contributos obtidos e elabora a sua própria definição:

“Gamification é a utilização da mecânica de jogo, os aspetos estéticos e o pensamento de jogo para envolver as pessoas, motivá-las para a ação, promover a aprendizagem e a resolução de problemas.” (Kapp, 2012, pp. 9-12),

Esta definição está carregada de elementos que organizados entre si permitem a construção de modelos de “gamification”. O investigador avança depois para a explicação de cada elemento que apresenta, sendo eles;

“Game-based (sistema de jogo) – este elemento é a aplicação da definição do conceito de jogo, aplicado à gamification. O objetivo é criar um sistema em que os aprendizes, jogadores, consumidores e empregados se empenhem num desafio abstrato, definido por regras, interatividade e feedback que resulto num outcome quantificável com a intenção de gerar uma reação emocional.

Mechanics (Mecânica) – a mecânica de jogo inclui níveis, emblemas/distinções, sistema de pontos, resultados e constrangimentos de tempo. Estes são os elementos que são utilizados na maioria dos jogos. Estes elementos sozinhos, são insuficientes para tornar uma experiência aborrecida numa experiência de jogo motivante, mas são partes estruturantes no processo de gamification.

Aesthetics (Estética) – sem um grafismo cativante ou uma experiência de jogo cativante, a gamification não pode ter sucesso. A interface do utilizador ou a sensação da experiência são um elemento essencial no processo de gamification. Mediante a perceção da experiência ou os aspetos estéticos do jogo, os utilizadores são fortemente influenciados a iniciarem um modelo de gamification.

Game Thinking (Pensamento de Jogo) – este é talvez o elemento mais importante da gamification. É a ideia de pensar nas experiências do cotidiano, como jogging ou corrida e convertê-los numa atividade que tenha elementos competitivos, de cooperação, exploração e uma narrativa/história.

Engage (empenho / motivar a ação) – um dos objetivos explícitos do processo de gamification é ganhar a atenção das pessoas envolvendo-as no modelo criado. O envolvimento dos indivíduos é o foco principal da gamification.

People (pessoas) – estes podem ser aprendizes/formandos, consumidores ou jogadores. São os indivíduos que estão envolvidos no processo e que serão motivados para tomar ações.

Motivate action (Motivar para a ação) – a motivação é o processo que dá energia, direção, significado e sentido para os comportamentos e ações. Para que os indivíduos se motivem, os desafios não podem ser nem muito difíceis nem muito fáceis. Levar à participação numa ação ou atividade é um elemento fundamental no processo de gamification.

Promote Learning (promover a aprendizagem) – a gamification pode ser usada para promover a aprendizagem, porque grande parte dos seus elementos são utilizados na psicologia educacional e são técnicas que os profissionais da educação utilizam há anos. Itens como a atribuição de pontos, apresentação de feedback corretivo e o apelo à colaboração em projetos são eixos de ação, frequentemente utilizados pelos professores. A diferença é que a gamification apresenta uma nova forma de reorganizar estes elementos, aumentando o interesse, envolvendo-os num espaço de jogo motivante e capaz de educar os utilizadores.

Solve Problems (Resolução de problemas) – a gamification tem um elevado potencial para a resolução de problemas. A natureza cooperativa do jogo é capaz de focar mais do que um indivíduo na resolução de problemas. Por sua vez a natureza competitiva do jogo, encoraja os indivíduos a darem o seu melhor, concretizando os objetivos necessários para a vitória.”

Na perspectiva de (Kapp, 2012), é impossível desenvolver-se um modelo de “gamification” sem a articulação dos elementos referidos anteriormente. No fundo, cada elemento constitui-se como uma peça fundamental de acordo com o plano e os objetivos a alcançar.

Em suma importa agora fazer uma relação entre os respetivos temas, gamification, o Desporto e qual a relação destes dois para uma população mais idosa. Em primeiro lugar depois de estudarmos o conceito de desporto e principalmente se o perspetivarmos sobre um ponto de vista mais aberto, logo mais atual, do fenómeno desportivo, conseguimos encontrar a componente jogo no desporto. Esta relação é verificável desde os espetros mais competitivos do desporto aos mais recreativos, existe sempre uma dimensão lúdica que envolve o desporto. No contexto atual os processos de gamificação têm utilizado práticas desportivas e/ou ações motoras em determinados contextos, não apenas para aumentar os níveis de atividade física, mas também como meio de envolvimento do jogador com outros estímulos para além do visual. Se repararmos na indústria dos jogos, da afamada discussão dos esportes, facilmente se verifica uma imersão do jogador através dos vários sentidos, dando-se ênfase às ações motoras dos jogadores. No mesmo sentido também tem existido uma grande evolução na aplicação de processos de gamificação para uma população idosa, não apenas como meio de mitigação de doenças neuro degenerativas, como o Parkinson, demência e Alzheimer, mas também na manutenção da mobilidade e bem-estar geral do idoso.

Referências Bibliográficas

- Burke, B. (2014). GAMIFY: How Gamification motivates people to do extraordinary things. USA - 39 Harvard Street: Gartner, inc.
- Fuchs, M. (2014). Gamification as twenty-first-century ideology. *Journal of Gaming & Virtual Worlds*, Volume 6, pp. 143-157.
- Giannakis, K., Chorianopoulos, K., & Jaccheri, L. (18 de 05 de 2013). User Requirements for Gamifying Sports Software. *International Conference on*

Software Engineering, pp. 22 - 26. Obtido de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2662597>

Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction - Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco: Pfeiffer.

Reiners, T., & Wood, L. C. (2015). *Gamification in Education*. London: Springer International Publishing.

RYAN, R., & DECI, E. (2004). Intrinsic Need Satisfaction: A Motivational Basis of Performance and Well-Being in Two Work Settings. *Journal of Applied Social Psychology*, 10 - 34.

Capítulo 14

Motivação, elementos de jogo e aprendizagem.

Amilcar Antunes¹

¹Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal

O aspeto da motivação é um ponto essencial, pois é através deste impulso interno que os indivíduos são levados à ação. Ao longo deste capítulo também já referimos a existência de uma pré-disposição dos sujeitos se envolverem em jogos, sendo estes capazes de captar a sua motivação. Neste contexto, o desenho da mecânica de jogo também influencia a motivação dos jogadores, que por sua vez vai ter implicações na sua aprendizagem. No fundo, o jogo ao ser jogado vai implicar aprendizagem, quanto mais não seja das regras e funcionamento do próprio jogo.

No encadeamento desta reflexão é necessário compreender a relação entre as diversas teorias de motivação, aplicadas no processo de “gamification” e perceber que implicações têm no processo de aprendizagem dos indivíduos.

Neste intuito, começamos por marcar a diferença entre a motivação intrínseca e motivação extrínseca, sendo um dos pontos-chave apresentados por diversos investigadores. (Reiners & Wood, 2015) apresentam dois modelos distintos de “gamification”, tendo por base a motivação intrínseca (“*Meaningful Gamification*”) ou extrínseca (“*Reward based Gamification*”).

A motivação intrínseca é definida como uma atividade que a pessoa inicia por prazer ou pelo gosto que lhe proporciona. Este tipo de motivação tem que ver com o gosto que se tem por executar determinada atividade em vez da recompensa ou resultado conseguido com essa atividade.

Por sua vez, a motivação extrínseca tem que ver com comportamentos que o indivíduo inicia tendo em vista determinadas recompensas ou, para evitar consequências indesejadas. No fundo este tipo de motivação advém de fatores externos ao indivíduo. (Kapp, 2012, pp. 52 - 53), dá como exemplo um estudante que está interessado em ter uma boa nota (A grade), porém o processo de aprendizagem não lhe dá prazer.

A maioria dos modelos motivacionais que são conhecidos descrevem elementos que são conotados com fatores intrínsecos e extrínsecos. A grande maioria destas teorias motivacionais são aplicadas no processo de aprendizagem. Por sua vez, estas teorias também são muito aplicadas em jogos com o propósito de levar os jogadores a terem determinados comportamentos e a envolverem-se no jogo.

(Kapp, 2012, pp. 59-63) apresenta-nos um exemplo bastante representativo de como as teorias da motivação são aplicadas quer no contexto educativo, quer no desenho de determinados jogos. Se nos lembrarmos dos trabalhos de Pavlov e mais tarde de Skinner sobre o condicionamento operante, podemos ficar com uma noção clara de como é que esta teoria afeta essencialmente a motivação extrínseca.

“Em estudos subsequentes de Skinner introduziu-se um conceito utilizado em vários jogos, para que os jogadores continuassem envolvidos no jogo durante longos períodos, designado por esquema de reforço variável. Isto significa que o que o reforço por um comportamento é dado em intervalos não fixados. (...) isto é como uma pessoa estar a colocar moedas numa slot machine, esperando que ocasionalmente possa ser recompensado, ou realizar determinadas ações num vídeo jogo, esperando que ocasionalmente possa ter uma vida extra ou mais pontos.”

Em sentido oposto, (Farber, 2015, p. 51 e 52) refere que as investigações de (Kohn, 1997, p.15) criticam o uso exclusivo de um sistema de recompensas externas, mencionando que a maioria das investigações nesta área foram realizadas com animais e não com humanos. Salienta ainda que a recompensa no produto final, como o salário, tempos de dispensa ou prêmios, poderão não ser suficientes para motivar os indivíduos, principalmente no que respeita a alteração de comportamentos no longo prazo.

Neste sentido podemos ter em consideração uma das teorias com maior reconhecimento no mundo académico, designada por teoria da autodeterminação. “A teoria tem sido utilizada para descrever a motivação numa diversidade de atividades humanas, incluindo o desporto, saúde, religião, trabalho e educação.” (Kapp, 2012, p. 63 e 64)

Esta teoria é composta por várias subteorias que identifica três fatores chave como a autonomia, competência e relação, os quais têm a capacidade de motivar ou desmotivar os indivíduos.

Autonomia – “a autonomia é a sensação que a pessoa tem de controlo e que pode determinar o resultado das suas ações. A autonomia é uma parte integral da teoria SDT (Self determination theory)

Competência – “o conceito de competência é definido como a necessidade de desafio e a sensação de mestria.” O aumento de experiência e competência são motivadores intrínsecos.

Relação – “o relacionamento é experienciado quando a pessoa sente conexão com outros. Na maioria dos casos o estabelecimento de uma relação acontece quando o jogador está a jogar online com outros, mas também pode suceder quando está a jogar com um ou mais amigos.”

“As investigações tem vindo a evidenciar que a predisposição humana para os jogos, tem em grande parte, que ver com a capacidade de gerar sentimentos de autonomia, competência e relação, estes fatores levam a maior envolvimento no jogo e a um bem-estar psicológico.” (Kapp, 2012, p. 64)

No contexto da capacidade de relacionamento e interação que os jogos permitem, ambos os autores, (Kapp, 2012) e (Farber, 2015) apontam as teorias de aprendizagem social como um fator de motivação e aprendizagem, referindo os trabalhos de (Bandura, 1970). De uma forma geral, esta teoria reflete sobre a importância das aprendizagens serem adquiridas pelos indivíduos num contexto social, através da observação e partilha de experiências mediante diversas situações. Esta teoria também é considerada como um modelo importante na área da pedagogia do desporto como salienta (Armour, 2013, pp. 48 - 50).

Em suma, na grande maioria dos jogos, a interação de cooperação/oposição entre os jogadores é um dos principais fatores de motivação. Por sua vez mediante esta interação existe aprendizagem.

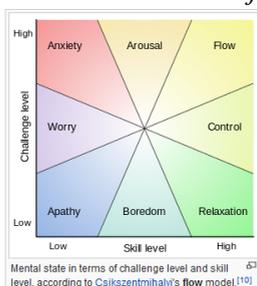
Para além das teorias de aprendizagem social e toda a interação que elas permitem, ambos os autores também fazem referência aos trabalhos de Mihály Csíkszentmihályi, no que diz respeito à teoria de Flow ou The Zone (fluxo ou na zona).

“Flow é um estado mental de operação em que uma pessoa está completamente focada e envolvida no que está a fazer; requer um envolvimento mental, integral durante o decorrer da atividade. (...) Este estado é experienciado quando o desafio que se coloca à pessoa se encontra em perfeito equilíbrio com o nível de habilidade e competências da própria pessoa. Porém, para que a pessoa consiga realizar a tarefa terá que se concentrar, bloqueando qualquer distração, sendo necessário um elevado nível de esforço. Csíkszentmihályi, indica oito componentes que possibilitam a entrada neste estado.”

- Tarefas que sejam exequíveis (nível de habilidade e desafio)
- Concentração
- Objetivos claros
- Feedback
- Envolvimento sem esforço
- Controlo sobre as ações

- Perda do sentimento de auto-consciência.
- Sensação de tempo distorcida.

“O ideal para o desenvolvimento de jogos educacionais é conseguir um equilíbrio entre os conhecimentos dos jogadores e o nível de dificuldade dos desafios propostos.”
(Kapp, 2012, p. 71 e 73)



Teoria de Fluxo ou Zona.

Apesar destes componentes caracterizarem o estado de fluxo, não é necessário a presença de todos para que se possa experienciar este estado. Neste contexto, também os desafios que implicam habilidades motoras (contexto desportivo) devem encontrar um estado de equilíbrio a fim de possibilitar a aprendizagem, a experimentação e o desenvolvimento de novas habilidades motoras e conhecimentos.

Em suma, através do estudo feito sobre diversas teorias de motivação, conseguimos perceber melhor a sua importância e relação na aprendizagem e comportamento dos indivíduos. Por sua vez, os diversos elementos de jogo e a forma como são organizados vão implicar maior ou menor grau de motivação, interna ou externa, a qual irá implicar maior ou menor grau de envolvimento em determinada tarefa.

Também conseguimos perceber e identificar que os fatores de motivação interna estão associados à satisfação e prazer na realização das

tarefas, promovendo comportamentos de longo prazo, favorecendo a aprendizagem. No contexto da aplicação destes jogos motores, principalmente numa faixa etária mais avançada, estes fatores devem estar presentes, enriquecendo toda a experiência, permitindo maior envolvimento e prazer, na aquisição de conhecimentos e competências, através do jogo.

No contexto da aplicação do processo de gamificação através de ações motoras/desportivas em populações idosas, o equilíbrio entre a noção de autonomia, competência e relação é ainda mais importante, correndo o risco, caso não se verifique esse equilíbrio, na obtenção de resultados contraproducentes. O desenvolvimento destes jogos e aplicações devem sempre ter em consideração uma equipa multidisciplinar capaz de fazer uma avaliação rigorosa deste tipo de populações específicas.

Referências Bibliográficas

- Armour, K. (2013). *Sport Pedagogy - An Introduction for Teaching and Coaching*. New York: Routledge.
- Burke, B. (2014). *GAMIFY: How Gamification motivates people to do extraordinary things*. USA - 39 Harvard Street: Gartner, inc.
- Farber, M. (2015). *Gamify your classroom*. New York: Peter Lang Publishing inc.
- Fuchs, M. (2014). Gamification as twenty-first-century ideology. *Journal of Gaming & Virtual Worlds*, Volume 6, pp. 143-157.
- Giannakis, K., Chorianopoulos, K., & Jaccheri, L. (18 de 05 de 2013). User Requirements for Gamifying Sports Software. *International Conference on Software Engineering*, pp. 22 - 26. Obtido de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2662597>
- Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction - Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco: Pfeiffer.

- Reiners, T., & Wood, L. C. (2015). *Gamification in Education*. London: Springer International Publishing.
- RYAN, R., & DECI, E. (2004). Intrinsic Need Satisfaction: A Motivational Basis of Performance and Well-Being in Two Work Settings. *Journal of Applied Social Psychology*, 10 - 34.