Segunda Edição

POLLOCK

Fisiologia Clínica do Exercício

Manual de condutas
em exercício físico

Vagner Raso
Júlia Maria D'Andrea Greve

Atheneu

Segunda Edição

POLLOCK

Fisiologia Clínica do Exercício



SAL

SERVIÇO DE ATENDIMENTO AO LEITOR

Tel.: 08000267753

www.atheneu.com.br

(21) 99165-6798 Facebook.com/editoraatheneu Twitter.com/editoraatheneu Youtube.com/atheneueditora

Segunda Edição

POLLOCK

Fisiologia Clínica do Exercício

Manual de condutas
em exercício físico

Vagner Raso
Júlia Maria D'Andrea Greve

Atheneu

Rio de Janeiro • São Paulo
2021

EDITORA ATHENEU

São Paulo	—	*Rua Avanhandava, 126 – 8º andar* *Tel.: (11)2858-8750* *E-mail: atheneu@atheneu.com.br*
Rio de Janeiro	—	*Rua Bambina, 74* *Tel.: (21)3094-1295* *E-mail: atheneu@atheneu.com.br*

PRODUÇÃO EDITORIAL/CAPA: Equipe Atheneu
DIAGRAMAÇÃO: Know-How Desenvolvimento Editorial

Tradução e revisão técnica dos seguintes capítulos feitas pelo Dr. Vagner Raso:

5. Fundamentos em Flexibilidade; 7. Fundamentos em Biomecânica; 12. Fundamentos em Mudança de Comportamento para Atividade Física; 22. Doença Arterial Periférica; 26. Diabetes Melito Tipo 1; 27. Dislipidemias; 28. Obesidade na Infância e na Adolescência; 30. Síndrome Metabólica; 32. Insuficiência Renal Crônica; 36. Osteoporose; 37. Sarcopenia; 44. Fibrose Pulmonar Idiopática; 45. Câncer de Mama; 46. Câncer de Próstata; 48. HIV/Aids.

CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ

P837
2. ed.

Pollock : fisiologia clínica do exercício / [editores] Vagner Raso, Júlia Maria D'Andrea Greve. – 2. ed. – Rio de Janeiro : Atheneu, 2021.
504 p. : il. ; 20 cm.

Inclui bibliografia e índice
ISBN 978-65-5586-177-8

1. Exercícios físicos – Aspectos fisiológicos. 2. Doenças crônicas – Exercícios terapêuticos. I. Raso, Vagner. II. Greve, Júlia Maria D'Andrea.

21-69941

CDD: 612.044
CDU: 612.766.1

Camila Donis Hartmann – Bibliotecária – CRB-7/6472

17/03/2021 17/03/2021

RASO, V.; GREVE, J.M.A.
Pollock: Fisiologia Clínica do Exercício

© Direitos reservados à EDITORA ATHENEU – Rio de Janeiro, São Paulo, 2021

Parte 1

Fundamentos

1

Prescrição de Exercício Físico

Vagner Raso

Introdução

(...) a run is going to improve your skin health,
eye health, gonadal health (...)
it's unbelievable (...) if there were a drug
that could do for human health everything
that exercise can, it would likely be the most valuable
pharmaceutical ever developed.

Mark Tarnopolsky

As pessoas fazem exercício físico por diferentes motivos. Algumas dizem que ele as ajuda a dormir melhor[1], reduzir o risco de demência[2] e diabetes[3], tratar doenças[4] e até economizar dinheiro em custos de saúde[5-8]. Embora usem muitos qualificadores para apoiar suas decisões sobre a realização de atividades físicas, a maioria das razões está conectada entre si por apenas uma única palavra: eficiência.

Quem se exercita tem corpo[3] e mente[2] mais eficientes. Essas pessoas dormem melhor[1] e seu sistema imunológico funciona melhor[9-11], consequentemente prevenindo ou se tornando mais eficientes no combate a doenças[12]. Elas também economizam parte do dinheiro gasto ou que seria gasto no tratamento de enfermidades[5-8]. O indivíduo fisicamente ativo tem menor risco de desenvolver incapacidade ou dependência física e irá deslocar mais à direita a curva referente à necessidade de cuidados médicos adicionais para, possivelmente, somente os anos finais de vida, mesmo que tenha determinada doença. É também provável que a atividade e o exercício físicos sirvam como fator protetor, de modo que as pessoas fisicamente ativas irão possivelmente sobreviver sem a necessidade de cuidados médicos, tratamentos adicionais ou ao ponto de alcancar falência funcional.

Pode-se, então, aludir que não existe diferença entre uma pessoa em um centro de reabilitação física e um atleta de elite; ambos têm o mesmo objetivo, que é a melhora da eficiência. O indivíduo no centro de reabilitação precisa se dedicar para diminuir o impacto global de determinada doença e melhorar sua capacidade em realizar as atividades da vida diária

---

Utilize o *QR code* localizado na página xxix para acessar as referências bibliográficas, que também estão disponíveis em www.atheneu.com.br sob o título do livro.

com pouca ou nenhuma limitação. O atleta de elite precisa se dedicar por anos para melhorar seu recorde pessoal em apenas alguns milissegundos, haja vista que sua capacidade atlética está próxima do limite fisiológico. Ambos estão, portanto, buscando eficiência.

É possível supor que o indivíduo é mais eficiente do que antes de começar a reabilitação física quando percorre certa distância, do início ao ponto de interrupção, em um ritmo preferencial constante sem assistência externa após algumas sessões. Seu corpo é basicamente capaz de recrutar e sincronizar a quantidade necessária de fibras musculares e fornecer oxigênio e nutrientes suficientes para cobrir o respectivo percurso. O coração de um indivíduo fisicamente ativo, que tem vasos extras devido ao exercício, é outro exemplo. Esse órgão será capaz de bombear mais sangue a cada batimento se comparado a uma pessoa fisicamente inativa. Embora ambos tenham o mesmo débito cardíaco em repouso, o coração do indivíduo fisicamente inativo terá que trabalhar mais para manter o mesmo desempenho. Isso significa que ele é menos eficiente para a mesma quantidade de trabalho quando comparado a alguém fisicamente ativo, além do fato de que irá interromper o exercício físico mais precocemente em virtude de sua tolerância ao esforço ser menor[14].

Eficiência é, portanto, um dos conceitos-chave em exercício físico. Alguns aludem que qualquer dose de exercício seja suficiente para melhorar o estado funcional sobretudo daqueles localizados abaixo do primeiro quartil para a função física. Tal premissa talvez tenha certo fundamento. No entanto, isso não apenas pode ser insuficiente em um curto período como pode incrementar o risco de eventos adversos em longo prazo e talvez representar a diferença entre ser ou não detentor do recorde mundial para um atleta de elite. Mas, para um indivíduo que tem determinada condição ou doença, pode ter repercussões no ciclo doença-motivação--atividade e na sua capacidade de enfrentamento da enfermidade e qualidade de vida.

Portanto, a prescrição adequada de exercício físico é uma arte baseada em evidência. O exercício, para aqueles indivíduos acometidos por doenças, representa uma das principais estratégias não farmacológicas disponíveis não apenas como importante recurso na minimização dos efeitos deletérios decorrentes de determinada condição ou doença e dos iatrogênicos. É também essencial na estabilização de potenciais distúrbios primários, prevenção de incapacidades secundárias, promoção da recuperação funcional e prolongamento dos anos de vida ajustados à qualidade[3,14,15].

Componentes da sessão de exercício físico

A sessão de exercício físico é constituída de aquecimento, fase de condicionamento e volta à calma.

Tanto o aquecimento como a volta à calma consistem geralmente em 5 a 10 minutos de atividades de intensidade leve. Elas podem preceder os exercícios de alongamento e promovem decréscimo da rigidez tecidual que, por sua vez, incrementa a amplitude de movimento (ver capítulo *Flexibilidade*)[16]. Esse pode ser um dos fatores que possibilita ao indivíduo obter maiores benefícios durante a fase de condicionamento. Os exercícios de alongamento são também usados como maneira de relaxamento na fase de volta à calma[16-18].

Todavia, o aquecimento deveria incluir não somente atividades de intensidade leve, mas também movimentos similares aos que serão usados na fase de condicionamento[16]. Uma sessão de exercícios com pesos não teria, portanto, que ser precedida por exercícios aeróbicos. O aquecimento é uma fase de transição que permite ao corpo se ajustar à maior demanda específica necessária à realização dos exercícios da fase de condicionamento[16,19]. Esse componente de especificidade biomecânica é tão importante quanto os relacionados aos fatores fisiológicos e bioenergéticos (ver capítulo *Biomecânica*).

Outro importante aspecto está relacionado à interdependência volume-intensidade (ver seção *Interdependência Volume-Intensidade*). Idosos[20,21] ou aqueles com doenças, sobretudo comorbidades[22], têm menor reserva fisiológica. Um período de aquecimento inadequadamente planejado pode não apenas comprometer a capacidade de o indivíduo executar apropriadamente os exercícios físicos da fase de condicionamento como limitar seu potencial de responsividade e progressão durante o programa de treinamento físico.

Os exercícios físicos da fase de condicionamento devem, no mínimo, seguir uma sequência baseada em demanda fisiológica e complexidade motora. Geralmente, não é esperado que exercícios de elevada demanda e elevada complexidade sejam organizados imediatamente após a fase de aquecimento ou imediatamente antes da fase de volta à calma[16,19]. Sobretudo os de elevada demanda poderiam impor uma exigência significativa ainda no período de transição ou mesmo provocar uma interrupção abrupta no fornecimento de oxigênio que pode substancialmente incrementar o risco de eventos adversos, risco esse diretamente proporcional à gravidade do quadro clínico.

Princípios para a prescrição de exercício físico

A prescrição de exercício físico deve ser fundamentada em princípios que incluem individualidade biológica, adaptação, sobrecarga, interdependência volume-intensidade, continuidade e especificidade[19,23-25]. Alguns desses são intercambiáveis com os mais recentemente usados, como frequência, intensidade, tempo, tipo, volume e progressão[16-18].

Todos esses princípios norteiam a prescrição bem-sucedida de exercício físico e são, portanto, descritos neste capítulo. Os leitores são, por outro lado, orientados a consultar os capítulos sobre fundamentos assim como aqueles específicos as condições ou doenças. Isso permitirá a melhor compreensão de outros potenciais indicadores e cuidados necessários na prescrição de exercício físico baseada em evidência para cada respectiva condição ou doença.

Individualidade biológica

A responsividade ao estímulo oferecido pelo exercício físico é de grande variabilidade interindividual e dependente da interação dos genes com outros múltiplos fatores (ver capítulo *Genética*)[26-29]; esses incluem, mas não estão limitados, a ambiente, maturação biológica (ver capítulo *Criança e Adolescente*) e utilização de medicamentos[27-30].

Indivíduos que compartilham o mesmo estado clínico, caracterizado por similar histórico e gravidade da doença, terapia farmacológica, além

das demais variáveis sociodemográficas, podem responder completamente diferente a uma rotina idêntica de exercícios físicos. O limiar de resposta ao exercício físico e a velocidade de progressão da adaptação podem ser diferentes em virtude de os indivíduos possuírem distintos perfis de expressão gênica de responsividade[30,31]. Interação gene-gene e gene-ambiente podem sensivelmente modular o padrão de resposta de indivíduos com perfis similares, mas com diferentes magnitudes de resposta[27,30]. Existem indivíduos resistentes que apresentam baixo limiar de resposta e lenta velocidade de progressão, enquanto outros têm limiar e velocidade dentro daquilo que é esperado. É ainda possível identificar indivíduos que possuem elevado limiar de resposta e velocidade de progressão[27,30-32].

Isso não necessariamente significa que esse fenômeno tenha o mesmo padrão de resposta independente do estímulo induzido pelo exercício físico. Pouquíssimas pessoas irão apresentar elevado limiar de resposta e velocidade de progressão tanto para os fenótipos de capacidade cardiorrespiratória, *endurance* e força musculares como para o de flexibilidade. Esses são aqueles indivíduos capazes de apresentar consistência na resposta a diferentes estímulos. A maioria, por outro lado, será mais propensa a um padrão de resposta fenótipo-específico[26,27,30-32].

O histórico clínico, incluindo a gravidade, efetividade do controle, número de comorbidades e coinfecções, terapia farmacológica, além do estado nutricional, representam importantes componentes extrínsecos da prescrição de exercício físico para aqueles acometidos por doenças[19,23-25]. Esses fatores irão influenciar o padrão de sensibilidade ao estímulo e, portanto, a responsividade ao exercício físico[27,30,32].

Adaptação

O organismo possui sofisticada adaptabilidade e especificidade (ver subseção *Especificidade*) aos estímulos aos quais é submetido. Muitos dos efeitos agudos e crônicos induzidos pelo exercício físico nos sistemas cardiovascular, endócrino, musculoesquelético e respiratório de pessoas com diferentes condições e doenças parecem ser similares aos observados em indivíduos saudáveis (ver capítulos das doenças)[14,24,25]. Existe, portanto, a preservação da capacidade de responder ao exercício físico de magnitude e intensidade suficientes para induzir adaptação crônica tanto nos sistemas efetores como nos sinergísticos, independente da condição ou estado clínico[19,23]. No entanto, a amplitude da resposta para aqueles com doenças pode ser maior quando comparada a indivíduos saudáveis (ver subseção *Sobrecarga*)[14]. Um exemplo é a maior magnitude de redução da pressão arterial em indivíduos com hipertensão comparados a normotensos (ver capítulo *Hipertensão Arterial Sistêmica*)[33].

A resposta imediata a determinado agente estressor caracteriza a adaptação aguda que pode ser exemplificada pelo aumento momentâneo da pressão arterial sistólica a uma corrida à 80% da frequência cardíaca máxima. Enquanto a resposta à exposição contínua ao mesmo estímulo durante período prolongado (sejam semanas, meses ou anos) corresponde à adaptação crônica. Haveria, portanto, decréscimo da pressão arterial sistólica para a mesma rotina de exercício físico após alguns meses de treinamento (ver capítulos *Avaliação da Capacidade Funcional Cardiorrespiratória, Plasticidade Neuromuscular Aplicada aos Exercícios com Pesos, Mecanismos de Adaptação no Músculo, Flexibilidade, Exercício*

em Ambiente Aquático, Criança e *Adolescente* e *Envelhecimento*, assim como os das doenças).

A habituação envolve modulação integrada dos diversos sistemas, além de incorporar adaptações moleculares[34,35]. Isso permite adequar as necessidades fisiológicas de acordo com a demanda a estímulos familiares (homotípicos) ou novos (heterotípicos), que resulta em facilitação da resposta a determinado desafio biomecânico ou fisiológico no indivíduo habituado[36,37]. A sensibilização é outro importante conceito envolvido no processo de adaptação. Ela é caracterizada pela resposta não habitual ao estímulo novo ou intenso[35] que ocorre especialmente em circunstâncias em que existe a necessidade de redirecionar o estímulo para que ocorra reajuste constante da homeostase e, consequentemente, o organismo continue respondendo positiva e periodicamente.

A magnitude de responsividade ao estímulo é inversamente proporcional ao nível de aptidão física. Portanto, indivíduos que possuem baixo nível de aptidão física respondem em maior magnitude e mais rapidamente ao estresse imposto pelo exercício físico do que aqueles com elevado nível de aptidão física (ver subseção *Sobrecarga*)[14].

Sobrecarga

A sobrecarga de esforço empregada em determinado exercício físico é um dos principais fatores diretamente envolvidos no processo de adaptação. Isso é geralmente caracterizado por valores absolutos (p.ex., sobrecarga em quilos usada nos exercícios com pesos ou a frequência cardíaca em batimentos por minuto usada em exercícios aeróbicos) ou relativos (p.ex., porcentagem do teste de uma repetição máxima [%1RM] ou da frequência cardíaca de reserva [%FCreserva]) (ver capítulos *Avaliação da Capacidade Funcional Cardiorrespiratória, Plasticidade Neuromuscular Aplicada aos Exercícios com Pesos, Mecanismos de Adaptação no Músculo, Flexibilidade, Exercício em Ambiente Aquático, Criança* e *Adolescente* e *Envelhecimento*, assim como os das doenças).

A sobrecarga representa diametralmente a intensidade do estímulo oferecido que parece ser proporcional à magnitude da adaptação[19]. No entanto, existe uma curva em formato de "J" invertido em que os ganhos relativos induzidos pelo exercício físico são mais proeminentes em intensidade moderada a vigorosa[3,14]. Além disso, indivíduos sedentários, iniciantes ou em estado clínico não controlado ou mais grave (liberados para a prática de exercício físico) geralmente obtêm maiores ganhos relativos mesmo em intensidades menores nas primeiras semanas ou meses de aderência a um programa de exercício físico[19,33]. Os ganhos relativos posteriores são geralmente inversamente proporcionais ao nível de aptidão física[14,16,18]. Eles não apenas tendem a diminuir, mas podem consequentemente incrementar o risco de eventos adversos em intensidades próximas ao limite fisiológico (isto é, ≥ 90% do máximo)[14]. Existe, portanto, tendência de menores ganhos relativos à medida que determinado indivíduo progride no *continuum* de aptidão física.

Esse fenômeno está intimamente relacionado à ocorrência de platô. É necessário o incremento progressivo na quantidade de trabalho, de modo que exista adaptação contínua[16,19-25]. Uma intensidade inicialmente fixada a 60% da velocidade de caminhada pode não mais representar um estímulo suficiente para induzir importantes benefícios após poucas semanas ou meses. Isso poderia, por exemplo, ser resolvido ao aumentar

a intensidade para 65% ou realizar um reteste para ajuste da velocidade. A intensidade no último caso poderia ser mantida a 60% caso o indivíduo tenha aumentado sua capacidade total de trabalho (isto é, melhorado a velocidade máxima de caminhada) no reteste.

É importante ter em mente que a sobrecarga não se restringe isoladamente à magnitude da intensidade com base em determinado parâmetro (p.ex., %1RM ou %FCreserva)[16,19,25]. Outros fatores intrínsecos relacionados aos critérios para a prescrição de exercício físico podem diretamente influenciar a intensidade de esforço. Isso significa que uma sessão de exercício físico intervalado a 70% FCreserva com 30 segundos de intervalo de recuperação é mais vigorosa que uma sessão similar, mas, com 60 segundos de recuperação. Exercícios com pesos com maior amplitude de movimento podem significativamente incrementar a intensidade total da sessão. A seleção (p.ex., equipamento ou pesos livres) e ordem (p.ex., uni- ou multiarticulares) dos exercícios com pesos podem também ter impacto substancial[38]. O incremento da frequência, duração e, finalmente, da intensidade de esforço pode ser uma estratégia segura para o controle da sobrecarga de trabalho, especialmente em indivíduos em estado clínico mais grave[16,24,25]. No entanto, a leitura dos capítulos específicos é recomendada para o esclarecimento das peculiaridades relacionadas a cada condição ou doença.

Interdependência volume-intensidade

O volume e a intensidade estão íntima e inversamente associados de modo que uma maior intensidade de esforço está condicionalmente relacionada a um menor volume. O incremento concomitante de ambos acarreta aumento da quantidade total de trabalho que, por sua vez, irá significativamente influenciar o nível de tolerância ao esforço, além do risco de eventos adversos[16,19,25].

Um dos principais objetivos do exercício físico está associado ao incremento da tolerância ao esforço independente do estado de saúde[14,24,25]. Indivíduos com condições ou doenças podem experimentar elevada demanda biomecânica e fisiológica em percursos curtos de caminhada ou mesmo em atividades básicas da vida diária (p.ex., se levantar de uma posição sentada) devido ao fato de terem menor reserva fisiológica[20-22]. Nesse sentido, uma caminhada realizada durante 60 minutos deve ocorrer numa velocidade inferior quando comparada a 30 minutos. O mesmo raciocínio deve ser utilizado nos exercícios com pesos em que um menor número de repetições deve ser executado quando a sobrecarga é elevada.

É possível que alguns indivíduos com diferentes condições ou doenças e alto nível de aptidão física estejam preparados para tolerar exercício com elevado volume e intensidade. No entanto, tais estímulos estão possivelmente restritos a um número bastante limitado de pessoas e devem seguir cuidados e recomendações específicas para cada respectiva condição ou doença (ver capítulos *Criança e Adolescente* e *Envelhecimento,* assim como os das doencas). A maioria das demais, incluindo sedentárias, iniciantes ou em estado clínico não controlado ou mais grave (liberados para a prática de exercício físico), deveria ser submetida a um programa de exercício físico com monitoramento preciso dos fatores extrínsecos relacionados à prescrição.

Continuidade

A exposição contínua a determinado estímulo representa um dos pressupostos básicos para a manutenção do benefício adquirido[16-19] ou para o incremento da complexidade (p.ex., envolvimento de vias genéticas e moleculares na resposta ao exercício [ver capítulos *Genética* e *Células-Tronco*])[29-32] ou da magnitude da adaptação[14].

Essa frequência em que determinado estímulo deve ser repetido está também associada com a demanda cardiovascular, metabólica e neuromuscular da tarefa[16,18]. É ainda esperado que a magnitude e a velocidade de responsividade ocorram diferentemente nos distintos sistemas. Os componentes morfológicos parecem depender de maior frequência, assim como maior período de exposição, que os indicadores funcionais[14]. A variabilidade também acontece em nível intra e intersistêmico; por exemplo, os músculos da região lombar necessitam de menor frequência de exposição quando comparados aos dos membros inferiores[38]. Indivíduos sedentários, iniciantes ou em estado clínico não controlado ou mais grave (liberados para a prática de exercício físico) podem primariamente alcançar adaptações substanciais ao se exercitarem apenas uma vez por semana (ver capítulos das condições e doenças para conhecimento da frequência mínima necessária)[16,18,38]. A magnitude e a significância dessas potenciais adaptações irão proporcionalmente diminuir à medida que o indivíduo se torna fisicamente mais ativo[14].

As adaptações podem, no entanto, ser revertidas caso o indivíduo intencionalmente diminua ou interrompa o treinamento físico[39]. O mesmo fenômeno é observado naqueles que necessitam de um período de inatividade em virtude de exacerbação do quadro clínico (p.ex., repouso ou hospitalização [ver capítulos da Parte 2 Doenças]) ou imobilização[14,40]. As adaptações cardiorrespiratórias parecem se deteriorar mais rapidamente que as neuromusculares[40]. No entanto, a magnitude da deterioração é maior em pessoas que necessitam desse período de inatividade do que naquelas que voluntariamente diminuem ou interrompem o programa de treinamento físico[14]. Essa magnitude de perda é ainda diretamente proporcional ao período de destreinamento ou inatividade[39] e pode até mesmo envolver repercussão metabólica, como resistência à insulina[14,41]. É também importante ter em mente que imobilizações segmentares sofrerão maior consequência (p.ex., perda de massa muscular ou óssea)[40].

Especificidade

O estímulo induzido por determinado tipo de exercício físico e intensidade de esforço resulta em adaptação específica[19]. Isso significa que o benefício biomecânico, fisiológico ou morfológico adquirido não é necessariamente transferido para a mesma atividade, mas com diferentes doses de estímulo ou para outro tipo de atividade com distinta demanda biomecânica e fisiológica[14,16] (ver capítulo *Plasticidade Neuromuscular Aplicada aos Exercícios com Pesos*). O primeiro cenário ilustra o caso de que o incremento na força muscular induzido por programa de exercícios com pesos de intensidade vigorosa é maior do que aquele alcançado por programa similar, mas com intensidade moderada, enquanto o segundo sugere que adaptações promovidas por quaisquer dos programas não sejam necessariamente convertidas em melhora da potência cardiorrespiratória.

O mesmo pressuposto deve ser considerado como critério para a seleção de testes. Avaliações em esteira rolante podem ter maior sensibilidade e especificidade tanto na prescrição como na detecção de efeito induzido por programa de caminhada sobre a potência cardiorrespiratória quando comparadas àquelas em cicloergômetro[42,43]. Protocolos em rampa podem não necessariamente ser apropriados, dependendo do objetivo, assim como do programa de treinamento físico (ver capítulo *Avaliação da Capacidade Funcional Cardiorrespiratória*)[42,43]. A dose de exercício físico prescrita pode ser insuficiente e, consequentemente, ocorrer ausência ou mínima adaptação quando o teste ou protocolo selecionado subestima a capacidade de esforço. Por outro lado, pode existir maior risco de eventos adversos quando a dose é excessiva devido à capacidade de esforço ter sido superestimada. O tamanho dos grupos musculares (ver capítulos *Plasticidade Neuromuscular Aplicada aos Exercícios com Pesos* e *Mecanismos de Adaptação no Músculo*) e o ambiente são algumas das variáveis que devem ser controladas no caso de programas que também incluem exercício em ambiente aquático, como no último caso (ver capítulo *Exercício em Ambiente Aquático*).

Especificidade é um conceito sólido. No entanto, é importante ter em mente que o corpo humano é um sistema integrado que responde com uma série de adaptações em diferentes magnitudes na maioria dos sistemas fisiológicos, senão em todos, em virtude do envolvimento integrado de sinalizadores intra e intercelulares[44]. Ocorre adaptação generalizada independente do sistema estimulado quando o exercício físico é de intensidade suficiente para induzir padrão de resposta mais generalizado. Outra implicação é a de que a resposta específica dos sistemas efetores a determinado estímulo é também propagada aos sistemas sinergísticos[45]. Outros sistemas podem ainda se beneficiar de adaptações cruzadas em uma magnitude menor[46], mas que pode ter significado clínico substancial sobretudo para indivíduos no período pós-operatório ou em estado clínico mais grave.

Considerações especiais

Comorbidades e coinfecções

Alguns indivíduos podem ter não apenas uma, mas múltiplas doenças. Os tradicionais fatores de risco modificáveis e não modificáveis que incrementam o risco para determinada doença podem ser gatilhos para o desenvolvimento de outras doenças. Idade avançada, histórico familiar positivo, dieta inadequada e inatividade física[47] são fatores compartilhados entre doenças como hipertensão arterial sistêmica (HAS) e doença isquêmica do coração (DIC) (ver capítulos *HAS* e *DIC*); obesidade, síndrome metabólica e doença hepática gordurosa não alcoólica também incrementam o risco de desenvolvimento de muitas outras doenças (ver capítulos *Obesidade na Infância e Adolescência, Obesidade no Adulto* e *Síndrome Metabólica* e *Doença Hepática Gordurosa não Alcoólica*). Algumas doenças, por sua vez, podem predispor outras. Diabetes e HAS aumentam o risco de acidente vascular cerebral (AVC), enquanto insuficiência renal crônica (IRC) está associada com o incremento da susceptibilidade a doenças cardiovasculares (ver capítulos *Diabetes, HAS, AVC* e *IRC)*[48-50]. Pessoas vivendo com HIV/Aids estão mais propensas a coinfecções oportunistas como hepatites B e C e tuberculose (ver capítulo *HIV/Aids*)[51]. O compartilhamento de características comuns pode

também estar presente em doenças como asma e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (ver capítulos *Asma* e *DPOC*). A insuficiência cardíaca (IC) pode ser a via final comum para a maioria das doenças cardiovasculares (ver capítulo *IC*), enquanto o desenvolvimento de sintomas depressivos pode estar associado à maioria das doenças (ver capítulo *Depressão*)[52].

A presença de múltiplas condições e doenças, assim como o estado clínico, pode ser fator característico de elevada complexidade, sugerindo maior nível de atenção na prescrição de exercício físico (ver capítulo *Envelhecimento*).

Contexto multifatorial

Características pessoais, gravidade da doença e fatores psicossocioambientais e econômicos são alguns dos vários componentes que constituem o complexo contexto multifatorial de cada indivíduo.

O sistema de valores, suporte social, atitude e opinião sobre a doença influenciam diretamente na aderência ao tratamento (p.ex., farmacológico, treinamento físico) e no desenvolvimento de comportamentos saudáveis (p.ex., alimentação adequada, atividade física)[53-56]. O tipo e gravidade da doença, medicamentos e potenciais efeitos colaterais, assim como a frequência de episódios de exacerbação do quadro clínico, podem ter impacto substancial sobre o estado geral de saúde[57-59]. Outros fatores, como distância da residência ao centro de reabilitação física, disponibilidade de recursos financeiros, suporte entre participantes e profissionais responsáveis, são elementos essenciais no desenvolvimento de programas de treinamento físico (ver seções *Programa de Exercício Físico em Casa* e *Programa de Exercício Físico em Grupo*)[60].

Estado nutricional

A existência de um ciclo vicioso entre déficit nutricional e progressão e gravidade do estado clínico pode ser uma característica comum para a maioria das doenças. Isso está ainda mais agravado em indivíduos institucionalizados ou hospitalizados[61]. O déficit nutricional pode incrementar o risco de complicações (ver capítulo *Osteoporose*)[62-64], enquanto algumas doenças, por outro lado, podem estar associadas a maior susceptibilidade de carência nutricional (ver capítulos *Caquexia, Insuficiência Renal Crônica* e *Sarcopenia*)[65,66]. Tais déficits também incrementam proporcionalmente em função da idade (ver capítulo *Envelhecimento*)[67].

Isso exerce influência direta na capacidade de o indivíduo responder adequadamente ao estímulo induzido pelo programa de exercícios físicos. É possível que essa demanda rivalize com as necessidades de manutenção das funções fisiológicas. Esse aspecto deveria ser cuidadosamente analisado, sobretudo naqueles indivíduos com múltiplas doenças, estado clínico mais grave ou abaixo do nível de função física IV (ver capítulo *Envelhecimento*).

Medicamentos

O conhecimento dos vários medicamentos usados por determinado indivíduo é fundamental para a melhor compreensão dos efeitos colaterais e sua interferência potencial na prescrição do exercício físico (ver capítulos das doenças)[68-71]. Alguns podem ainda estar mais vulneráveis a

eventos adversos devido a comportamentos de estilo de vida (p.ex., etilismo, tabagismo e hábitos alimentares inadequados), enfermidades agudas, presença de comorbidades e coinfecções, assim como interações medicamentosa e medicamento-nutriente. Esses fatores podem interferir na aderência, tolerância e responsividade ao tratamento e, consequentemente, incrementar o risco de complicações[72,73].

O envelhecimento *per se*, as comorbidades e a gravidade do quadro clínico podem também resultar em alteração da absorção, distribuição, metabolismo e excreção de medicamentos. Os mecanismos responsáveis incluem, mas não estão limitados a, (i) decréscimo da massa magra e incremento da massa de gordura, que afetam a distribuição e a eliminação de medicamentos, além de alguns que podem se acumular no tecido adiposo; (ii) decréscimo da água corporal total, o que diminui a distribuição e aumenta a concentração de medicamentos solúveis em água; (iii) deficiência funcional do trato gastrointestinal, que diminui a absorção de medicamentos orais; (iv) decréscimo do débito cardíaco, que reduz a distribuição, metabolismo e eliminação do medicamento; e (v) diminuição da eficiência hepática e renal, que tornam mais lentas tanto a ação como a eliminação do medicamento (ver capítulo *Farmacologia*)[74].

Programa de exercício físico em casa

Os riscos do exercício físico em casa não parecem superar aqueles envolvidos em programas de treinamento em centros tradicionais[60]. Isso sugere que exercício em casa pode servir como importante recurso terapêutico adicional ou mesmo como estratégia primária em circunstâncias que obrigam as pessoas a se isolarem em suas residências (como no caso da pandemia pelo coronavírus).

Serviços com elevada procura por reabilitação física podem oferecer programas com frequência de 3 dias·sem^{-1} futuramente convertidos em dois dias na instituição e outro dia em casa[60,75,76]. Isso pode propiciar que indivíduos em fila de espera tenham chances mais rápidas de se beneficiar do programa de reabilitação física e expandir a capacidade de acesso do serviço. A elevada oferta de recursos tecnológicos disponíveis (p.ex., aplicativos para celulares, mensagens de texto, sensores de movimento, vídeos) pode auxiliar no monitoramento das sessões de treinamento, de modo que permita o decréscimo da frequência de exercício físico na instituição para o consequente aumento em casa[75-80]. Essas ferramentas podem também proporcionar que outros centros de treinamento físico não vinculados às unidades hospitalares e com profissionais qualificados sirvam como canal de transição. A parceria com tais centros poderia, por exemplo, fornecer informações periódicas sobre desfechos clínicos relacionados à função física do indivíduo[60,76].

É também possível que exercícios físicos em casa possam contribuir subsequentemente para a manutenção do estilo de vida fisicamente ativo em longo prazo, servindo como estratégia de suporte para mudanças comportamentais (ver capítulo *Mudança de Comportamento para Atividade Física)*[81-83]. Os profissionais deveriam, para tanto, orientar os indivíduos a se exercitarem em suas casas nos dias em que não existam atividades regulares no centro de reabilitação física[75,84]. Essas atividades devem, evidentemente, ser consideradas dentro da quantidade total de trabalho projetada para a semana e podem ser restritas a indivíduos clinicamente estáveis, com risco baixo a moderado.

Os indivíduos podem ser agrupados em duplas para aumentar a influência dos componentes psicossociais, desde que (i) residam próximo um ao outro; (ii) encontrem um horário conveniente para ambos; (iii) não interfira na rotina doméstica regular; e, sobretudo, (iv) não exista prejuízo à individualidade da prescrição[60]. É importante fornecer aconselhamento e monitoramento periódico para analisar o progresso individual, nível de aderência, revisar a prescrição e fornecer suporte. Ligações telefônicas, chamadas de vídeo (p.ex., *FaceTime*, *WhatsApp*), mensagens de texto e estratégias baseadas na Internet devem ser personalizadas[76,77,79,80]. Grupos de suporte social podem ser periodicamente usados[60], pois auxiliam não apenas no monitoramento do exercício físico, mas também na aderência a outros componentes relacionados à doença (p.ex., medicamento) e ao estilo de vida (p.ex., evitar bebidas alcoólicas, cigarro, alimentos não saudáveis)[76,79]. Sessões de avaliação da aptidão física e de desfechos clínicos devem ser periodicamente agendadas[60,79].

A execução de exercício físico em casa não está condicionada à aquisição de equipamentos sofisticados[60,85,86]. Bandas elásticas, bastões e halteres confeccionados com materiais alternativos podem ser utilizados[85,86]. Os exercícios físicos podem também ser baseados nas atividades básicas e instrumentais da vida diária (ver capítulo *Envelhecimento*)[86], além de caminhada e *jogging*[60,79]. Vídeos curtos com (i) diferentes sessões de alongamento e aquecimento; (ii) técnicas e cuidados na execução do movimento; e (iii) sobre controle e monitoramento da intensidade poderiam ser confeccionados e disponibilizados em plataformas como o *YouTube*[60,79]. Muitas ferramentas tecnológicas podem ter papel fundamental no desenvolvimento do programa de exercício físico em casa. Planilhas de treinamento eletrônicas poderiam estar disponíveis e aplicativos de celulares apropriados podem ser usados[60]. Os monitores de frequência cardíaca e sensores de movimento podem ser excelentes aliados[87].

Essas estratégias e ferramentas são igualmente recomendadas nessa fase de isolamento social gerada pelo coronavírus devido ao fato de que o exercício físico é parte fundamental do processo de gerenciamento da doença. Isso significa que os indivíduos devem continuar a se exercitarem, se alimentarem e a se hidratarem adequadamente para melhor controle do estado de saúde. A exceção é a de que indivíduos devem evitar se exercitar com outros que não sejam aqueles vivendo na mesma residência. Não existem evidencias disponíveis, mas recomendações práticas devem incluir: (i) assegurar que a condição ou doença esteja bem controlada; (ii) não realizar exercícios caso o indivíduo sentir cansaço, tiver dor de garganta, dores musculares e febre; (iii) não engajar em exercício de intensidade vigorosa para evitar imunossupressão e, consequente, aumento do risco de infecções oportunistas (tanto aqueles que fazem parte do grupo de risco como pessoas com transplante de coração, caquexia, sarcopenia, asma, doença pulmonar obstrutiva crônica, fibrose pulmonar idiopática, câncer de mama, câncer de próstata, câncer de cólon e reto, e HIV/aids); (iv) se exercitar ao lado (mantendo distanciamento mínimo), mas não atrás ou na frente de outros, e (v) manter medidas apropriadas de higiene como evitar contato das mãos com o rosto e as lavar constantemente (isso também inclui não compartilhar equipamentos, além de limpá-los após o uso). O exercício físico é reconhecido como importante modulador do eixo psiconeuroimunoendócrino ao potencializar os estados de humor e a cascata de interações celulares e moleculares que

torna os indivíduos mais resistentes a infecções causadas pelo influenza, rinovírus e herpes vírus (p.ex., vírus Epstein-Barr, varicela-zoster e herpes-simplex-virus-1). Estudos futuros determinarão se o exercício físico também protege as pessoas contra o coronavírus.

Programa de exercício físico em grupo

Atividades em grupo têm importantes componentes psicossociais que podem potencializar a aderência a programas de exercício físico (ver capítulo *Depressão*). Também podem ser utilizadas como relevante estratégia motivacional para a incorporação de hábitos em um estilo de vida fisicamente ativo (ver capítulo *Mudança de Comportamento para Atividade Física*)[88-90].

O profissional tem papel fundamental no desenvolvimento de um ambiente que permita aos indivíduos uma experiência única. Isso inclui não apenas a maneira de abordá-los individualmente, mas também como elementos essenciais do grupo[88,89,91,92]. É importante ter conhecimento dos limites e peculiaridades de cada indivíduo (p.ex., limitações biomecânicas) para realizar ajustes quando necessários (p.ex., alternativas para aqueles que não podem executar exercícios de impacto); isso também inclui ajustes no uso de equipamentos (ver, por exemplo, os capítulos *Osteoartrite* e *Osteoporose*)[88,91,93-95]. Iniciantes devem ser orientados sobre roupas adequadas e todos devem ser constantemente monitorados com relação à adequada execução do movimento e intensidade de esforço[88,93]. O uso apropriado de música deve também considerar os níveis de função física (ver capítulo *Envelhecimento*). Alguns indivíduos, sobretudo idosos, podem ter dificuldade em acompanhar os comandos em virtude do volume tanto da música como da voz do profissional responsável pela sessão[88,94]. O reconhecimento constante do desempenho dos participantes é outra importante responsabilidade, intimamente associada à sequência e progressão dos exercícios físicos[88,89].

É sugerido que os programas sejam baseados nos níveis de aptidão e função física. Caso isso não seja possível, os participantes deveriam ser organizados em duplas ou pequenos grupos, de acordo com os mesmos critérios. Essas estratégias promovem melhor controle da velocidade de aprendizagem e, consequente, progressão. Também auxiliam no comportamento de autorresponsabilidade, em que os indivíduos coparticipam no monitoramento de suas próprias atividades e desempenho[88,93,95].

Por outro lado, nossa experiência prática tem demonstrado que alguns indivíduos em grupos de exercício físico podem superestimar o relato da percepção subjetiva de esforço de modo a evitar incremento futuro da sobrecarga quanto à intensidade é somente baseada na resposta perceptiva. Pode também existir sub-relato de sintomas (p.ex., tontura). As pessoas devem, portanto, ser adequadamente orientadas sobre a importância do relato adequado da percepção subjetiva de esforço e de sintomas. É ainda essencial incluir outras formas de monitoramento, como a frequência cardíaca e o *talk-test*[88,95]. No último caso, os indivíduos devem ser orientados a responder sim (intensidade leve), mais ou menos (intensidade moderada) ou não (intensidade vigorosa) quando interpelados sobre a capacidade de falar confortavelmente enquanto se exercitam.

Considerações finais

A capacidade de o indivíduo com determinada condição ou doença desempenhar adequadamente uma certa tarefa física está associada à sua responsividade aos estímulos oferecidos por programa de exercício físico que é, por sua vez, dependente da interação gene-gene e gene-ambiente.

Atletas envolvidos em rigorosos programas de treinamento físico necessitam de um nível mínimo de congruência na associação entre expressão gênica e ambiente, que talvez não seja muito diferente daquela necessária para um indivíduo acometido por uma ou múltiplas doenças e que participa ativamente de programa de treinamento físico. Isso significa que a busca da eficiência em determinada tarefa ocorre independente do nível de função física, embora a excelência seja buscada na elite esportiva. Portanto, os princípios envolvidos na prescrição de exercício físico representam alguns dos elementos primordiais que possibilitam direcionar e personalizar estímulos para a melhoria da eficiência biomecânica, energética e fisiológica de indivíduos com as mais diversas condições e doenças.

Agradecimentos

O autor expressa seus agradecimentos à Profa. Dra. Camila de Moraes, da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, pelos seus valiosos comentários.