REV PORT PNEUMOL V (3): 321-328

ARTIGO DE REVISAO/REVIEW ARTICLE

do aparelho respiratorio
ao exercicio fisico·

Influencia do envelhecimeuto

Respiratory system adaptations to physical exercise· Aging influence

PAULA PINTO**

RESUMO

A autora faz uma revisio sobre a influencia do
envelhecimento na pulmonar e sobre as
do aparelho respiratorio ao nerc:ic:io
fisic:o. Salienta., ainda, a importincia de uma activi-dade f'asica regular na do declinio da "performance" cardiopulmonar que surge com o decorrer dos anos.

REV PORT PNEUMOL 1999; V (3): 321-328

Palavras-chave: Envelhecunento; Funyao pulmonar; Exercicio fisico.

• Trabalho tcnuiuco de re,·isao cfectuado no ambito do Curso de Mcstrado em Patologia do Aparclho Resptratono da Faculdadc de Cienctas Medtcas da Uni\'crsidadc Nova de Lisboa.
• • Ass•stcnte Eventual de Pncumologia do Hospttal de Pulido Valente (Dir. Prof Doutor Ramiro A,·ila). Ltsboa.

Recebido para publicacao: 99.03.29
Aceite para 99.04.19

Maio/Junbo 1999

ABSTRACT

The author review the aging influence on pulmo-nary function and the respiratory system adaptati-ons to physical exercise. It is emphasized the impor-tance of regular physical activity on the prevention of the natural decline on cardiopulmonary perfor-mance with aging.

REV PORT PNEUMOL 1999; V (3): 321-328

Key-words: Elderly; Pulmqnary function; Physical exercise.

Vol VWJ 321

REVISTA PORTUGUESA DE PNEUMOLOGIA

Sabendo-se que em todo o mundo a populayao esta cada vez mais envelhecida e constituindo os idosos urn segmento em franca toda a sociedade devera ter uma preocupa¥30 crescente em tornar esta fase da vida o mais saudavel possfvel. Seguindo o velho ditado ingles: "Use it or loose it", reportando-se aos idosos, uma das maneiras de conseguir uma melhor qualidade de vida sera mante--los ocupados a maior parte do tempo, envolvendo-os inclusivamente, em programas adequados de activi-dade fisica

0 envelhecimento representa uma etapa inevitavel da vida, no entanto e extremamente diflcil defini-lo. Alguns gerontologistas referem-se a esta fase como sendo uma deteriorayao progressiva do organismo ap6s ter atingido a maturidade de tamanho, forma e fun¥30 e que e universal, intrinseca, progressiva e deleteria com o tempo. Outros consideram-no uma acumulayao progressiva, ao Iongo do tempo, de alterac;Oes responsaveis pela maior susceptibilidade a e ·a morte, 0 acontecimento final da idade avan¥ada (1).
Os progressos registados na investigayao medica tern levado ao aumento da de vida, que dos 22 anos na Antiga Roma passou para os 75 anos nas sociedades ocidentais, fazendo-nos recordar ap6s varios anos a celebre frase do cardiologista escoces - Balfour-" A doen9a e n3o apenas a idade avan9ada podera ser causa de morte, mesmo nos individuos muito idosos".

Tal como os outros sistemas do organismo, o aparelho respirat6rio tambem sofre os efeitos do envelhecimento. Contudo, cada um dos seus compo-nentes envelhece a uma velocidade pr6pria como resultado da interacyao entre influencias extemas e intemas. Sao provavelmente os pulmoes os que envelhecem mais rapidamente devido a maior exposi-a poluentes ambientais ao Iongo dos anos. No entanto, mesmo para estes pode ser dificil distinguir entre os efeitos inerentes ao pr6prio envelhecimento e os efeitos aditivos de influencias extemas. 0 pro-cesso de envelhecimento pode ser influenciado por numerosos factores, nomeadamente: o sexo, a heredi-

322 Vol. V N" 3

tariedade, as doenyas respirat6rias na infancia, as exposic;Qes ambientais a poluentes t6xicos, o tabaco, a nutri¥aO e a actividade flsica. Todavia, apenas algumas destas influencias, como por exemplo o tabaco e a exposi¥30 ambiental tern sido alvo de maior numero de estudos.
Pode-se assim dizer que devido a esta complexa interacyao entre influencias geneticas e ambientais, a idade por si s6 n3o devera ser usada como cron6me-tro do processo de envelhecimento. De facto, a idade a partir da qual se considera um indivlduo idoso tern sofrido ao Iongo dos tempos. Ha duas decadas atras era 60 ou ate mesmo 50 anos. Actual-mente considera-se idoso todo o individuo com idade igual ou superior a 65 a nos; notando-se no entanto ja por parte de alguns gerontologistas uma tendencia para alterar o limite para os 70 anos (2). Estas altera-coes que tern surgido na defini¥ao de idoso tem, contudo, dificultado as comparacoes entre resultados de estudos recentes e daqueles publtcados ha alguns
anos atras.

Com o envelhecimento, o aparelho respirat6rio continua a funcionar adequadamente, nao apenas em repouso mas tam bern durante o exercicio moderado, ja que no individuo idoso saudavel, os limites da "perfonnance" maxima sao geralmente impostos mais pela capacidade do aparelho cardiovascular do que pelo respirat6rio.
Para os sistemas envolvidos no consumo, trans-porte e utilizayao do oxigenio, o melhor teste para avaliar a sua funyao integradora eo "stress" associado ao aumento das necessidades metab61icas durante o exercfcio fisico. Em bora raramente se atinja o poten-cial maximo destes sistemas, a determina¥30 da maxima capacidade aer6bica (geralmente medida atraves do consumo maximo de oxigenio- vo2 max.) representa urn 6ptimo parametro para avaliar a influencia do envelhecimento.

0 V02 max. aumenta na inffincia ate atingir um pico na adolescencia, seguido de um declinio gradual a partir dos 25 anos, estimado pela maioria dos estudos como sendo de aproximadamente I 0 % por decada (3.4). Todavia, e importante referir que OS

Maio/Junho 1999

ADAPTA<;:OES DO APARELHO RESPTRAT6RIO AO EXERCiCIO FiSICO

estudos transversais tem demonstrado um menor

decJinjo do V02 max. por decada (4-5%) comparati-vamente aos estudos longitudinais (8-1 0%) (5.6). Subjacente a esta disparidade de resultados pode estar o facto dos estudos transversais incluirem amostras nao representativas da engloban-do provavelmente individuos mais aptos fisicamente e verdadeiramente para serem testados ate a exaustao. Para alem da idade, o V02 max. e ainda intluenciado por outros factores, nomeadamente o tabaco,o peso corporal, a actividade fisica e varios tipos de patologias. Assim, a diminuiyao da activida-de fisica e o aumento do peso corporal que acompa-nham frequentemente o envelhecimento podem contribuir igualmente para o declinio do V02 max. nesta fase da vida. Oeste modo, torna-se necessario determinar qual o contributo de cada um destes factores por si SO na diminuiyaO do Y02 maximo. Os estudos de Heath e col (3) e de Rogers e col (7) sugerem que a manutenc,:ao dum nivel relativamente constante de actividade fisica vigorosa pode reduzir a taxa de declinio do V02 max. para 5% por decada. Estes resultados pennitem inferir que aproximada-mente 50% da diminuiyaO do V02 max. que OCOrre como envelhecimento e o resultado da inactividade fisica, ·podendo ser assim susceptive! de prevenc,:ao. Ftca assim evidente a possibilidade da participac,:ao regular em programas de actividade fisica poder alterar o declinio da capacidade maxima de exercicio que surge com o decorrer dos anos. Existe muita literatura disponivel sobre os efeitos de programas de treino na func,:ao cardiopulmonar em individuos jovens, no entanto ha relativamente poucos estudos referentes a este assunto conduzidos em individuos menos jovens.
0 V02 max. tem sido universalmente aceite como um 6ptimo fndice da capacidade funcional do sistema cardiopulmonar e da capacidade de trabalho fisico aer6bio. A sua .tecnica de medic,:ao nao invasiva, permitindo determinac,:oes repetidas tornou-o um parfunetro indispensavel na avaliayao da eficacia dum programa de treino. Os individuos invisuajs tem sido urn grupo experimental muito utilizado nesta area,

Maio/Junho 1999

precisamente por terem wn padrao estavel de vida, estando habitualmente restritos a urn nivel muito reduzido de actividade fisica. Tern assim, valores de vo2 max. inferiores em relac,:ao a outros individuos sedentarios do mesmo grupo etario.
0 estudo de Siegel e col (8) envolvendo nove individuos invisuais (com idades compreendidas entre os 32 e 59 anos) integrados num programa de treino de quinze semanas mostrou aumentos do V02 max. de cerca de 19% no final do estudo. Tambem outros autores obtiveram resultados semelhantes (16-
- 1 9%) em individuos sedentarios de meia idade submetidos a programas de treino fisico (9, 10,11). Contudo, os estudos que envolvem individuos com idade igual ou superior a 70 anos tern chegado a resultados divergentes. Barry e col (12) registaram um aumento muito acentuado no Y02 max. (38 %) com o treino. Os resultados deste estudo podem ser pelo menos parcialmente explicados pelos dados obtidos logo no periodo de controlo - os individuos nao atingiram urn verdadeiro vo2 max, antes do treino, como sugerem a frequencia cardiaca e nivel sangui-neo de acido lactico atingidos oesse periodo. Por outro lado, Benestad (13) nao conseguiu demonstrar um efeito de treino no vo2 max., podendo ser apenas consequencia dum periodo de treino mais curto ou de intensidade menor, ou entao retlectir mesmo uma verdadeira diferenc,:a de idade. De facto, a ausencia de melhoria no vo2 max. com 0 treino em individuos deste grupo etario pode ser mesmo o resultado de uma intensidade inadequada deste, como se pode comprovar pelos resultados obtidos por Seals e col (14) em indivlduos com idade superior a 60 anos ap6s doze meses de treino intenso (aumentos no vo2 max. de 25-30%). Pode-se, assim, concluir que o numero de sessoes de treino por semana, a durayao de cada sessao, a durac,:ao total do treino e a intensidade do exercicio influenciam o grau de melhoria no V02 max. 0 efeito da frequencia do treino na funyao cardiopulmonar foi estudada por Pollock e col (16) tendo registado urn valor de vo2 max. significativa-mente maior nos programas que envolviam uma maior frequencia de treino (quatro vezes por semana)

Vol. V N° 3 323

REVISTA PORTUGUESA DE PNEUMOLOGIA

comparativamente aos de menor frequencia (duas vezes por semana).
A maioria dos estudos sobre os efeitos dos progra-mas de treino nos parametros fisiol6gicos iocluem mais frequentemente o "jogging" ou a bicicleta do que a marcha Os efeitos desta como programa de treino foram tambem quantificados por PoiJock e col (16). Em indivtduos sedentarios de meia idade obtive-ram um aumento do Y02 max. de cerca de 28% no fmal do treino de vinte semanas. Este aumento pode ser muito acentuado se nao se liver em
a reduzida condic;ao fisica inicial dos indivlduos envolvidos no estudo. Existe, de facto, uma relac;:ao in versa 0 valor de vo2 max. inicial e a relativa do vo2 max. ap6s um programa de treino. Assim, quanto menos apfo e urn individuo, maior e a percentagem de incremento do V02 max. ap6s o treino.

Tem-se verificado uma grande adesao dos idosos aos regimes de treino que incluem a marcha, prova-velmente por ser urn exercicio de intenstdade mais toleravel, com menor incidencia de lesoes ortopedi-cas e por pennitir ainda urn maior convivio entre os individuos durante o exercicio.
Apesar do V02 max. ser considerado o determi-nante primario de capacidade funcional cardiorespi-rat6ria (17), 0 facto de individuos com valores de vo2 max. semelhantes terem "performances" diferentes e outros com valores diferentes terem "performances" simi lares (18) sugere que outros parametros, para alem do vo2 max., possam tam bern ser importantes nessa capacidade. U m desses parametros parece ser o limiar anaer6bio (LANA).
Varios autores se tern debruc;:ado sobre os efeitos do lreino sobre o LANA e nlveis sanguineos de lactato em indivfduos jovens. No entanto, poucos estudos tem sido realizados nesta area em individuos idosos. 0 estudo prospectivo e control ado de Davis e col (1 9) em individuos sedentarios de meta idade demonstrou que o LANA e altamente influenciado pelo treino de "endurance". De facto, o LANA como do vo2 max. ou expresso em relac;:ao ao vo2 absoluto aumentou significativamente ap6s o treino.

324 Vol V N" 3

Oeste modo, tarnbem a quantidade de exercicio realizado sem que houvesse acumulac;:ao de Jactato sanguineo aumentou ap6s o treino. Os grandes aumentos verificados no LANA neste estudo, podem ser provavelmente atribuidos a reduzida aptidao flsica dos individuos que se voluntarizaram para o programa de treino, ao tipo de exercicio usado no treino e na prova de esforyo ser semelhante e ao facto da intensidade do treino se ter mantido acima do limiar anaer6bio ao Iongo do estudo. Sal tin e col (20) nao encontraram, no entanto. nenhuma alterac;:ao a nivel do limiar anaer6bio expresso como fracc;:ao do Y02 max. ap6s dez semanas de treino. A discrepancia nos resultados destes dois estudos deve-se provavel-mente a diferenc;:as metodol6gicas no protocolo do programa de treino e da prova de esforc;:o. As conclu-s5es do estudo de Davis e col sao concordantes com as de outros estudos transversais e longitudinais, envolvendo individuos jovens.
Uma melhor distribuic;ao do fluxo sanguineo a nivel dos museu los treinados, urn aumento da capact-dade oxidativa a nivel celular e uma alterac;:iio no padrao de recrutamento das fibras musculares com beneficia das fibras vermelhas parecem ser os facto-res responsaveis pelo aurnento do limiar anaer6bto ap6s o treino de "endurance". Seals e col (21) veri fica-ram wna reduc;ao dos nfveis de lactato sanguineo ap6s prograrna de treino de "endurance" de doze meses em individuos sedentarios com idade superior a 60 anos. Esta diminuic;ao ocorria mesmo corn uma baixa intensidade de treino, que quando associada posteriorrnente a Lreino mats intenso atingia reduc;:Oes globais dos niveis de lactato de cerca de 50 %, para urn determinado nivel de exerclcio. Yerificaram, ainda que o quociente respirat6rio era tam bern menor ap6s o treino para urn mesmo nlvel de exerclcio; retlectindo a utilizac;:ao preferencial dos lipidos em aos carbohidratos que ocorre como princtpal adaptayao metab61ica ao treino. Este facto pode pelo menos em parte, ser responsavel pelos niveis de lactato sanguineo mais reduzidos para o rnesrno nlvel absoluto de exercicio ap6s o treino.
Ambos os estudos (19,21) permnem concluir que

Maio/Junho 1999

ADAPTAC0ES DO APARELHO RESPIRAT6RIO AO EXERCiCIO FISICO

as adaptac;oes dos indivfduos idosos ao treino sao semelhantes as dos individuos jovens.
Os efeitos do exercicio fisico sobre a funyao pulmonar em repouso foram tambem estudados em individuos idosos com o objectivo de avaJiar a sua influencia no decllnio da pulmonar associado ao envelhecimento.
0 pulmao sofre altera¢es estruturais que tern implicacoes significativas na sua funyiio, sendo a perda da elasticidade pulrnonar urna das alteracoes predommantes. Outros factores que influenciam tambem a mecanica pulmonar sao a rigidez da parede toracica, devido essencialrnente a calcificacao das cartilagens costais, a dirninuiyao nos espacos inter-venebrals, corn consequente aurnento do diametro antero-posterior do t6rax e a da forc;a dos museu los respirat6rios pelo menos em parte, devido a perda de massa muscular. Em relacao as trocas gasosas estas sao influenciadas por numerosos factores i) uma dimmuic;ao da area de superfic1e pulmonar (de cerca de 4% por decada a partir dos 20 anos); ii) urna menor distensibilidade dos vasos pulmonares devido a calcificac;oes: iii) uma maior heterogeneidade da relac;iio da ventilayao/perfusao, iv) um aurnento do diametro das vias aereas centrais, v) um aumento do volume do espaco mono (6-8% por decada) e vi) uma diminuicao da capacidade de d1fusiio do mon6x1do de carbono (4-8% por decada) (22). Estas alterayoes no aparelho respirat6rio que .surgem com o envelhecimento vao ter traduc;iio a nivel da funyao pulmonar causando modificac;oes em vanos parametros. Assim ocorre geralmente uma diminwyao na capac1dade vnal (CY) e na capac1dade mspirat6ria (Cl), um aumento na capac1dade residual runcional (CRF) e volume residual (YR), sem haver alterac;ao signilicauva a nivel da capac1dade pulmo-nar total (CPT).
Em rela¥iio aos debitos expirat6rios, estes sao tambem afectados, particularmente aqueles a volu-mes pulmonares abaixo de 75% da CPT. A poryao inicial da expirayao (debito de ponta) permanece praticamente constante, ou sofre apenas uma ligeira diminuiyao. 0 volume expirat6rio maximo no primei-

Maio/Junho 1999

ro segundo (FEY 1), regista uma taxa de decllnio de cerca de 0,3% a I ,5% por ano a partir dos 25 anos (22). A ventilayiio voluntaria maxima (YVM) diminui aproximadamente 30% entre os 30 e os 70 anos, devido essencialmente a uma reduc;ao da forc;:a dos musculos respirat6rios, a uma diminuiyiio da "com-pliance" pulmonar e ainda por uma maior dificuldade na coordenacao necessaria para a realizac;ao da manobra (2).
Assim, face a deteriorac;ao da func;ao pulmonar geralmente associada ao envelhecimento, tomava-se necessario averiguar sea manutenc;ao da actJvJdade fisica resultava ou niio em melhoria dos padimetros ventilat6rios em repouso. Real mente esse tern s1do o objectivo primordial da maioria dos cstudos, uma vez que a presenya de resultados favorave1s poderia levar a expectativa de ocorrencia de benefic1os na func;iio pulmonar dos individuos idosos sedentarios submeti-dos a programas de treino Fisico.
Grande parte dos estudos tem incidido sobre a avaliayiio da funcao pulmonar em atletas idosos, encontrando para estes valores de cp·1, CY; FEY1 e VYM superiores aos de individuos scdentarios do mesmo grupo etano. 0 YR podia c!>tar aumentado, diminuido ou nao sofrcr qualquer alterac;ao. No en tanto, apesar do grande nurnero de estudos, na realidade tem sido pequeno o numero de atletas efectivamente avahados, porque a maioria dos estudos publicados tem sido relatos de casos isolados, o que pode ter contribuido para a crenc;a de que estes individuos tivessem gcralmente volumes e debitos pulmonares aumentados. Hagberg e col (23) com para-ram a func;ao pulmonar em atletas idosos e jovens e indivfduos sedentarios de grupos etarios semelhantes. Encontraram valores absolutos de CV, CPT,YR, YYM, FEY1 e indice de Tiffeneau semelhantes entre os atletas com idade supenor a 60 anos e os controlos sedentarios da mesma fa1xa etana. No entanto, como havia diferenyas a nfvel da altura entre os dois grupos de individuos, ap6s correcyao do efeito desta varia-vel, os atletas idosos tinham valores substancialmente superiores relativamente aos que seriam previstos pelas equac;oes previamente publicadas baseadas na

Vol V N° 3 325

REVISTA DE PNEUMOLOGIA

idade e altura, e ainda superiores aos controlos idosos sedentarios.

Sabendo que os princtpais determinantes dos volumes pulmonares estatlcos sao as propnedades elasticas dos pulmoes e parede toracica e, ainda, as pressoes inspirat6rias e expirat6rias geradas pelos musculos respirat6rios, os resultados deste estudo sugerem que estes podem ser influenciados positiva-mente pelo treino de "endurance". Os efeitos do tremo podem ser ainda mais pronunctados nos mdividuos idosos por ja ter ocorrido algum enfraque-cunento da musculatura respirat6ria. Parece, assim, que o exercicio prolongado a que estes atletas idosos estiveram sujeitos possa ter retardado a deteriorayao assoctada como envelhecimento ou entao tenha sido mesmo capaz de levar ao au men to daqueles parame-tros ventilat6rios.
Esta correlayao positiva do exercfcio em a uma funyao pulmonar superior nos mdividuos com idade superior a 60 anos e, no entanto, urn pouco surpreendente, tendo em conta a ausencia de efeitos signifcatlvos do treino fisico de "endurance" na funyao pulmonar em individuos jovens (corn possivel do tretno aquatico tntenso) (24).
No entanto, pennanece a duvida: as da funyao pulmonar entre os individuos idosos acuvos versus sedentarios serao devidas a selecyao da arnos-tra (que pode ocorrer nos estudos transversals) ou sera que real mente a actividade fistca protege contra a da funyao pulmonar assoclada ao envelhecimento?
Tentando responder a esta questao, McClaran e col (25) conduziram urn estudo prospectivo durante seis anos no senttdo de avaliar os efeitos do envelhe-cimento na funyao pulmonar em repouso ern indivi-duos na sexta e setima decada de vida Estes mdivi-duos praticaram sempre exercicio flsico e contmua-ram a manter capacidade aer6bica elevada (traduzida por urn V02 max. de cerca de 20 I ± l2% do predicto) durante o "follow-up".
Nao houve altera¢es a nivel da CPT, da CRF e da capacidade de difusao; houve diminuiyao da CY, dos debitos expirat6rios e registou-se urn au-

326 Vol VW J

mento do volume residual. As ocorridas foram significatlvamente superiores relativamente ao que sena prevtsto por estudos transversals. Na das entre os resultados deste
estudo comparativamente as estimativas dos estudos transversais tern que se ter em constderayao o proble-ma da mortalldade selectiva que ocorre nestes ulti-mos - os individuos que se mantem vivos no grupo dos idosos serao provavelmente os que terao melho-res fun¢es pulmonares causando, assun urn a estima-tiva de menor alterayao da funyao pulmonar compara-tivamente a urn grupo maisjovem. Contrariamente aos resultados de McClaran, outros estudos registaram taxas de declinio de FEY1 infenores as estimadas por equa¢es de predicyao a partir de estudos transversais (26,27). Contudo, ha que ter em conta o facto destes estudos envolverem individuos predominantemente mais jovens (com idade media infenor a 50 anos). estando os mdtvidu-os com idade superior a 60 anos em minoria.
A serie de Ware e col (28) envolvendo 1713 indivlduos durante urn perfodo de nove anos apresen-ta resultados concordantes aos de McClaran Os tndividuos desta serie foram seleccionados aleatona-mente, tendo provavelmente niveis de actividade fisica muito variados, embora a maioria deva ser menos activo do que os indivlduos do estudo de McClaran. 0 facto de ambos terem encontrado taxas de declinlo no FEY1 simi lares sugere, real mente, que o treino flsico e um aumento do nivel de aptidao fislca nao previnem a da pulmo-nar que surge como envelhecimento.
Parece haver, de facto, uma tdade critica absoluta (provavelmente pelos resultados de McClaran sera 65-70 anos) durante a qual ocorrem as altera¢es e em que a funyao pulmonar se torna particulannente senslvel ao envelhecimento.
Apesar de tudo o que foi referido ate aqut ser relativo ao individuo tdoso saudavel ticando na area da Medicina Prevenuva nao queria terminar sem transpor, ainda que de forma muito breve, 0 tema a pratica cllnica
Em vlrtude do numero crescente de doentes idosos

Maio/Junho 1999

ADAPTA<;:OES DO APARELHO RESPIRA TORlO AO EXERCiCIO FiSICO

que sao referenciados para a realizavao de provas de esforvo cardiopulmonares, e importante a existencia de valores predictivos correctos para comparavao nesta populayao. 0 estudo de Blackie e col (29) envolvendo 128 individuos saudaveis de ambos os

sexos fomece equayOeS de predicyao para 0 Y02 max. e carga maxima para utilizayao em individuos com idade superior a 55 anos usando a altura, peso, idade e sexo como variaveis. Obviamente estas novas equa¢es predizem de fonna muito mais precisa estes parametros nos individuos com a idade referida, porque na verdade sao baseadas unicamente ern individuos nesta faixa etaria Tern havido de facto

urna preocupayao crescente na procura de valores de referencia para a populayao 1dosa, vindo esta area a

BIBLIOGRAFIA

1. GEOKAS MC. The aging process. Ann. Intern Med. 1990; 113: 455-466
2 PETERSON DD. AP FISHMAN. Aging of the respiratory system, in Pulmonary diseases and disorders: Update, New York. McGraw-Hill 1992;pp 1-17.
3 HEATH GW. JM HAGBERG, AA EHSANI, JO HOL-LOSZY A physiological comparison of young and older endurance athletes J Appl Physiol 1981; 5 I (3): 634-640.
4 POLLOCK ML, C FOSTER, D KNAPP, JL ROD. DH SCHMIDT. Effect of age and training on aerobic capacity and body composition of master athletes. l Appl. PhysioL 1987: 62 (2) 725-731
5 DEHN MM, RA BRUCE Longitudinal variations in maximal oxygen intake with age and activity J Appl Physiol 1972. 33 (6) 805-807
6. HODSON JL. ER BUSKIRK Physical fitness and age, with emphasis on cardiovascular function in the elderly J. Am Geriatr Soc. 1977. 25 (9) 385-392
7 ROGERS MA. JM HAGBERG. WH MARTIN Ul, AA EHSANI. JO HOLLOSZY Decline in VOJ max with aging in master athletes and sedentary men J Appl. Physiol. 1990, 68 (5): 2195-2199
8. SLEGEL W. G BLOMQVIST, JH MITCHELL. Effects of a quantitated physical training program on middle-aged sedentary men Circulation. 1970; 41: 19-29.

Maio/Junho 1999

interessar cada vez rnaior numero de aut ores (30.31). Na area da prevenyao primaria, o exercicio tern assumido urn papel fundamental na medida ern que pode evitar o aparecimento de certas patologias e mesrno retardar os efeitos de envelhecimento em

varios orgaos.
A manutenyao duma actividade tisica regular pode atrasar o decllnio na "perfonnance" cardiopulmonar que surge corn o decorrer dos anos. E necessario salientar que ate mesmo exercicios de intensidade reduzida podem ter um efeito benetico na capacidade fisica individual ajudando a manter as actividades dianas e aumentando a qualidade de vida. Final mente, o conceito de idade deve ser interpretado mais pela avaliayao da"perfonnance" do que pela cronologia

9 NAUGHTON J. F NAGLE Peak oxygen intake during physical fitness program for middle-aged men Measurement of changes by laboratory and field testing. JAMA. 1965; 191: 899.
10. HANSON JS. BS TABAKIN. AM LEVY. Long-tem1 physical training and cardiovascular dynamics' in middle-aged men. Circulation. 1968; 38; 783.
II POLLOCK ML, GA DAWSON. HS MJLLERJR. A WARD, D COOPER. W HEADLEY. AC LINNERUD. MM NOME-

IR Physiologic responses of men 49 to 65 years of age to endurance training. J Am. Geriatr. 1976: Soc 24 (3) 97-104. 12 BARRY AJ. JW DALY. EDR PRUETT The effects of physical conditioning on older individuals. I Work capacity. circulatory-respiratory function. and work electrocardiogram.
J Gerontal 1966, 21 182.
13 BENEST AD AM Trainability of old men Acta Med. Scand 1965. 178 321
14 SEALS DR. JM HAGBERG. BF HURLEY, AA EHSANI, JO HOLLOSZY Endurance training in older men and women
I. Cardiovascular responses to exercise. J Appl. Physiol. 1984; 57 (4): 1024-1029.
IS POLLOCK ML, HS MILLER JR. AC LlNNERUD, KH COOPER. Frequency of training as a determinant for improve-ment in cardiovascular function and body composition of middle-aged men Arch Phys. Med. Rehabil. 1975; 56· 141-145.
16. POLLOCK ML. HS MILLER JR, R JANEWAY. AC

Vol. V W3 327

REVISTA PORTUGUESA DE PNEUMOLOGIA

LTNNERUD, B ROBERTSON. R V ALENTfNO. Effects of walking on body composition and cardiovascular function of middle-aged men. J. Appl. Physiol. 1971; 30 (I): 126-130.
17. SHEPHERD R J, C ALLEN, AJS BENADE, CTM DA VI-ES, R HEDMAN, JE MERRIMAN, K MYHRE, PE DI-PRAMPERO, R SIMMONS. The maximum oxygen intake. An international reference standard of cardiorespiratory fitness. Bull. WHO. 1968: 38: 757-764.
18. ALLEN WK, DR SEALS. BF HURLEY. AA EHSANI. 1M HAGBERG. Lactate threshold and distance-running perfor-mance in young and older endurance athletes. J. Appl. Physiol. 1985; 58 (4):1281-1284.
19. DAVJS JA. MH FRANK. BJ WHJPP, K WASSERMAN Anaerobic Threshold alterations caused by endurance training in middle-aged men. J. Appl Physiol. 1979; 46 (6)· 1039-1046.
20. SAL TIN B. LH HARTLEY. A KJLBOM. l ASTRAND

Physical training in sedentary middle-aged and older men. I. Oxygen uptake, heart rate, and blood lactate concentration at submaximal and maximal exercise. Scand. J. Clin. Lab. Invest. 1969; 24: 323-324.
21 SEALS DR BF HURLEY. J SCHULTZ. JM HAGBERG.

Endurance training in older men and women II. Blood lactate response to submaximal exercise. J Appl. Physiol. 1984; 57 (4): I 030-1033.
22. JOHNSON BD, MS BADR. JA DEMPSEY. Impact of the aging pulmonary system on the response to exercise. Clin. Chest Med. 1994; I 5 (2): 229-246.
23 HAGBERG JM. JE YERG 11, DR SEALS Pulmonary function in young and older athletes and untrained men J Appl. Physiol 1988. 65 (I): 101-1 OS.

328 Vol. VW3

24. CLANTON TL, GF DIXON, J DRAKE, JE GADEK. Effects of swim training on lung volumes and inspiratory muscle conditioning. J. Appl. Physiol. 1987; 62: 39-46.
25. MCCLARAN SR, MA BABCOCK, DF PEGELOW. WG REDDAN, JA DEMPSEY. Longitudinal effects of aging on lung function at rest and exercise in healthy active fit elderly adults. J. Appl. Physiol. 1995: 78 (5): I 957-1968.
26. BURROWS B. MD LEBOWITZ. AE CAMJLLI. RJ KNUD-SON. Longitudinal changes in forced expiratory volume in one second in adults. Am. Rev. Respir. Dis. 1986: 133· 974-980.
27. GLINDMEYER HW. JE DIEM, RN JONES. H. WEILL. Noncornparability of longitudinally and cross-sectionally determined annual change in spirometry. Am. Rev. Respir. Dis. 1982. 125: 544-548.
28. WARE JH. DW DOCKERY. TA LOUIS. X Xu. BG FER-

RIS. FE SPEIZER. Longitudinal and cross-sectional estima-tes of pulmonary function decline in neversmoking adults. Am. J Epidem. 1990: 132. 685· 700.
29. BLACKIE SP. MS FAIRBARN, GN MCELVANEY. NJ MORRISON, PG WILCOX. RL PARDY. Prediction of maximal oxygen uptake and power during cycle ergometry in subjects older than 55 years of age. Am. Rev. Respir. Dis. 1989; 139: 1424-1429.

30. JONES NL, E SUMMERS. KJ KILLIAN Influence of age and stature on exercise capacity during incremental cycle ergometry in men and women. Am Rev Respir Dis. 1989; 140: 1373-1380.
31. BLACKIE SP. MS FAIRBARN. GN MCEL YANEY. PG WILCOX, NJ MORRISON, RL PARDY. Normal values and ranges for ventilation and breathing pattern at maximal exercise. Chest. 1991; I 00: 136-142.

Maio/Junho .1999