

O Sistema Respiratório e o Idoso: Implicações Anestésicas *

The Respiratory System and the Elderly: Anesthetic Implications

Cláudia Regina Fernandes, TSA¹, Pedro Poso Ruiz Neto, TSA²

RESUMO

Fernandes CR, Ruiz Neto PP - O Sistema Respiratório e o Idoso: Implicações Anestésicas

Justificativa e Objetivos - As complicações respiratórias são responsáveis por grande parte dos óbitos após procedimentos cirúrgicos que ocorrem na população geriátrica. O envelhecimento causa importante diminuição da reserva funcional do sistema respiratório, e um número crescente de pacientes idosos está sendo submetido a procedimentos cada vez mais complexos. O objetivo deste trabalho é revisar o sistema respiratório durante o processo de envelhecimento, as alterações causadas pela anestesia no idoso, enfatizando a avaliação pré-operatória da função respiratória, complicações pulmonares pós-operatórias e detalhes do manuseio anestésico.

Conteúdo - São apresentadas as alterações respiratórias fisiológicas do envelhecimento. São enfatizadas as alterações de volume e capacidades pulmonares, da mecânica respiratória e de trocas gasosas proporcionadas pela anestesia. São abordados aspectos relativos à morbimortalidade pulmonar pós-operatória em geriatria, destacando-se a importância da adequada avaliação pré-operatória, considerando-se desde testes de esforço até testes específicos que quantificam a reserva funcional pulmonar. São discutidas técnicas anestésicas apropriadas em idosos.

Conclusões - O envelhecimento é acompanhado de alterações no sistema respiratório. Evidências demonstram que mesmo na ausência de pneumopatia, a idade avançada constitui fator de risco para complicações pulmonares no pós-operatório. Deve haver preocupação com adequada avaliação pré-operatória da função respiratória, apropriado manuseio anestésico e cuidados pós-operatórios específicos.

UNITERMOS: COMPLICAÇÕES: ventilatória; CIRURGIA, Idoso

SUMMARY

Fernandes CR, Ruiz Neto PP - The Respiratory System and the Elderly: Anesthetic Implications

Background and Objectives - Respiratory complications are responsible for a major number of elderly deaths after surgical procedures. Aging entails an important decrease in respiratory system functional reserves, while an increasing number of elderly people are being submitted to increasingly complex procedures. This study is a review of the respiratory system during aging and of anesthesia-induced changes in the elderly, emphasizing preoperative evaluation of respiratory function, postoperative pulmonary complications and details of anesthetic management.

Contents - Physiologic respiratory changes due to aging are presented, with emphasis in pulmonary volume and capacity abnormalities, respiratory mechanics and gas exchange provided by anesthesia. Perioperative pulmonary mortality and morbidity in elderly patients are addressed, emphasizing the importance of appropriate preoperative evaluation, from stress tests to specific tests, to quantify pulmonary functional reserves. Appropriate anesthetic techniques for the elderly are discussed.

Conclusions - Aging brings about several respiratory system changes. Evidences have shown that, even in the absence of pulmonary disease, advanced age is a risk factor for postoperative pulmonary complications. It is necessary a thorough evaluation of preoperative respiratory function, adequate anesthetic management and specific postoperative care.

KEY WORDS: COMPLICAÇÕES: ventilation; SURGERY, Elderly

INTRODUÇÃO

As complicações respiratórias são responsáveis por aproximadamente 40% dos óbitos que ocorrem em pacientes com idade superior a 65 anos, após procedimento

cirúrgico¹. Embora a disfunção pulmonar após anestesia e cirurgia seja mais freqüente em idosos, a idade avançada isoladamente não é considerada fator de risco maior para disfunção pulmonar per-operatória². No entanto, com o avançar da idade ocorre significativa diminuição da reserva funcional do sistema respiratório. As funções respiratórias tornam-se particularmente insuficientes na posição supina durante a anestesia e no período pós-operatório. Fatores coexistentes, prevalentes em pacientes idosos cirúrgicos, predisõem a complicações pulmonares pós-operatórias. Estes fatores incluem: tabagismo, obesidade e doenças pulmonares pré-existentes. Cirurgias com duração maior que 6 horas, incisões torácicas e de abdômen superior aumentam significativamente o risco para complicações respiratórias no período perioperatório. Um número cada vez maior de pacientes idosos com doença pulmonar está se submetendo a procedimentos cirúrgicos complexos e de alto risco; portanto, o melhor entendimento das alterações

* Recebido da (**Received from**) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

1. Co-responsável pelo CET/SBA do HUWC - Universidade Federal do Ceará; Doutoranda da Disciplina de Anestesiologia da FM-USP
2. Livre-Docente da Disciplina de Anestesiologia da FM-USP

Apresentado (**Submitted**) em 21 de setembro de 2001
Aceito (**Accepted**) para publicação em 04 de janeiro de 2002

Correspondência para (**Mail to**):
Dra. Cláudia Regina Fernandes
Av. Bezerra de Menezes, 2690/431 - Alagadiço
60325-002 Fortaleza, CE
E-mail: fortefernandes@uol.com.br

© Sociedade Brasileira de Anestesiologia, 2002

fisiológicas que acontecem no sistema respiratório do idoso pode ajudar a obter melhores resultados³. O objetivo desta revisão é ressaltar aspectos relativos ao sistema respiratório e ao envelhecimento, eventuais alterações proporcionadas pela anestesia, enfocando a avaliação pré-operatória da função respiratória, complicações pulmonares pós-operatórias e detalhes do apropriado manuseio anestésico em idosos.

PERDA DO VOLUME PULMONAR E PREJUÍZO NAS TROCAS GASOSAS

Durante a anestesia ocorre diminuição da capacidade residual funcional (CRF). A explicação primária para este fato é a redução no tônus do diafragma⁴ que acarreta deslocamento cefálico deste músculo em decorrência do peso das vísceras abdominais, precipitando perda de volume pulmonar. O deslocamento cefálico do diafragma ocorre com ou sem paralisia muscular, com o uso de ventilação controlada mecânica ou respiração espontânea⁵. A redução da CRF, que acontece após indução anestésica, propicia diminuição da complacência pulmonar e aumento da resistência vascular pulmonar⁶. Os pulmões, o diafragma e a parede torácica funcionam como uma unidade integrada. Alterações nas características físicas regionais destas estruturas são largamente responsáveis pelo prejuízo na relação ventilação: perfusão (V/Q) e pelo decréscimo na eficiência das trocas gasosas, resultando num gradiente alvéolo-arterial de oxigênio $P(A-a)O_2$ aumentado⁷.

Volume de fechamento (VF) é o volume que permanece nos pulmões quando acontece o fechamento da pequena via aérea durante a expiração, este volume está acima do volume residual (VR). O VF é um importante fator que contribui para ineficiência nas trocas gasosas em pacientes idosos durante a anestesia⁸. Normalmente o fechamento da pequena via aérea acontece ao final de uma expiração forçada. Em idosos, esse fenômeno pode ocorrer em respirações com volumes correntes normais. A capacidade de fechamento (CF) é a soma do volume residual e volume de fechamento. Durante a anestesia, a CF passa a fazer parte da Capacidade Vital (CV). Em indivíduos com idade superior a 60 anos a CF pode igualar-se a CRF⁹. Assim, acredita-se que o fechamento da pequena via aérea contribui de maneira importante para o aumento do $P(A-a)O_2$ observado durante a anestesia.

A vasoconstrição pulmonar hipóxica (VPH) determina o ajuste local na resistência vascular pulmonar necessário para manter o equilíbrio na relação ventilação-perfusão. Durante a anestesia este equilíbrio pode ser rompido ou pelo menos prejudicado por agentes inalatórios em concentrações acima de 1 CAM, sendo os idosos mais susceptíveis¹⁰. Um efeito similar pode ser observado em resposta a altas concentrações inspiradas de oxigênio, comumente usadas na indução e no per-operatório¹¹. O comprometimento da eficiência nas trocas gasosas no período per-operatório aumenta o $P(A-a)O_2$ e esta diferença alvéolo-arterial é proporcional ao aumento da idade.

Em adultos jovens, a relação entre o espaço morto e volume corrente (V_d/V_t) é aproximadamente 25%. Em idosos não fumantes na oitava década de vida, esta relação pode ser tão grande quanto 40%, e talvez ainda maior em tabagistas¹². O aumento da ventilação do espaço morto durante a anestesia, embora tenha relação com a diminuição da CRF, não é devido simplesmente a microatelectasias generalizadas do parênquima pulmonar⁸. Associados a este fato estão todas as alterações da mecânica pulmonar regional e as modificações na unidade pulmão/tórax/abdômen. Portanto, o aumento na relação V_d/V_t não é reversível com a aplicação de pressão positiva no final da expiração (PEEP), hiperventilação, uso de grandes volumes correntes ou suspiros intermitentes⁵, podendo até agravar as alterações de V_d/V_t . Há um pequeno porém significativo aumento no componente de *shunt* verdadeiro em pacientes idosos cirúrgicos. Sob estas condições, a administração de altas concentrações de oxigênio produz pequena, porém progressiva melhora na PaO_2 durante o ato operatório.

MORTALIDADE E MORBIDADE PULMONAR PÓS-OPERATÓRIA

Considerando as complicações pulmonares em pacientes idosos no período pós-operatório, alguns autores¹³ sugerem que o local da cirurgia, doenças pulmonares pré-existent e a idade são os principais determinantes de morbimortalidade pós-operatória. Entretanto, outro estudo sugere que estas afirmações podem ser simplistas e sem grande utilidade preditiva¹⁴.

Uma explicação para a diminuição da PaO_2 e redução do volume corrente observados no pós-operatório de cirurgia realizada próximo ao diafragma ou parede torácica, é a diminuição da excursão respiratória devido à dor ou a curativo compressivo. Entretanto, atualmente está bem estabelecido que o aumento da $P(A-a)O_2$ persiste por vários dias após o procedimento cirúrgico e que não é revertido mesmo com a abolição da dor através do uso de opióide por via subaracnóidea¹⁵. Por outro lado, o uso concomitante de narcótico sistêmico e opióide subaracnóideo eventualmente determina apreciável concentração sistêmica, acarretando depressão respiratória, pois a diminuição da resposta do sistema nervoso central à elevação do dióxido de carbono é mais pronunciada em idosos do que em adultos jovens¹⁶.

Complicações pulmonares são as principais causas de morbimortalidade pós-operatória na população geriátrica¹⁷. Nos tabagistas, a árvore respiratória se apresenta hiperreativa podendo precipitar broncoespasmo, acúmulo de secreções e atelectasia regional¹⁸. Esta população apresenta redução importante dos reflexos laríngeos de proteção, aumentando o risco para aspiração traqueobrônquica de conteúdo gástrico ou secreções nasofaríngeas¹⁹. A predisposição para infecção respiratória está aumentada, pois a capacidade imunológica e a atividade mucociliar apresentam-se reduzida. Essa redução pode intensificar-se com o uso de anestésicos inalatórios²⁰. O diagnóstico de infecção respiratória pós-operatória pode ser difícil, já que os sinais e sinto-

mas clássicos de pneumonia podem ser mínimos ou estar ausentes e um estado de confusão mental pode ser a única alteração clínica evidente. Em idosos, a pneumonia estreptocócica é particularmente comum. Uma vez instalada, com frequência progride rapidamente para septicemia, sendo que esta complicação apresenta taxa de mortalidade ao redor de 30%²¹.

A toracotomia minimamente invasiva não modifica o prognóstico pós-operatório da população geriátrica, que apresenta taxa de mortalidade atribuída ao sistema respiratório ao redor de 5 a 15%, mais de duas vezes quando comparada a adultos jovens²².

Guinard e col. afirmaram que o uso da analgesia peridural é de fundamental importância em pacientes idosos, pois o retorno à função pulmonar normal faz-se mais precoce quando comparado à analgesia com opióide sistêmico isolado²³. Já Fratacci e col. relataram que a disfunção diafragmática e a insuficiência ventilatória pós-operatória associada a procedimento cirúrgico torácico são significativas, e não são modificadas quando realizada adequada analgesia pós-operatória²⁴. Uma forma similar de disfunção diafragmática e incoordenação ventilatória, provavelmente devido à espasticidade do diafragma em consequência à manipulação cirúrgica e ao resfriamento pela exposição, ocorrendo após cirurgia de abdômen superior²⁵. Auler Jr e col. observaram aumento na elastância do sistema respiratório após cirurgia cardíaca²⁶. Caso as complicações respiratórias necessitem de ventilação mecânica por mais de 10 dias, a taxa de mortalidade pode exceder a 50%, elevando-se com o aumento da idade²⁷. Mesmo aqueles que conseguem retornar prontamente à ventilação espontânea após cirurgia torácica com esternotomia mediana, apresentam redução da CRF e CV durante dias a semanas, podendo demorar até 3 meses para retornar aos valores pré-operatórios²⁸. Adiminuição do volume pulmonar e a redução do fluxo aéreo em repouso predispõem à atelectasia, pobre eliminação de secreções, deterioração da mecânica pulmonar, aumento do trabalho respiratório e pneumonia²⁹. A hipoxemia arterial aguda é o reflexo do conjunto de fatores que culmina no desequilíbrio entre a ventilação e a perfusão, e mesmo na ausência de doença pulmonar, a oxigenação arterial após agressão cirúrgica declina progressivamente com a idade.

AVALIAÇÃO PRÉ-OPERATÓRIA DA FUNÇÃO PULMONAR

Com o objetivo de identificar fatores de risco para complicações pulmonares no pós-operatório, têm-se usado com frequência testes de laboratório para quantificar a reserva funcional pulmonar. No entanto, testes simples e informais como a avaliação da capacidade para subir vários degraus de escada podem ser tão valiosos quanto as provas espirométricas, excluindo aqueles casos que apresentam fatores limitantes, tais como claudicação³⁰. A possibilidade de realizar exercícios de esforço serve para predizer quais pacientes terão alto risco para complicações pulmonares³¹. Assim,

a incapacidade para alcançar e sustentar um alto consumo de oxigênio está associada a elevado risco de complicações pulmonares pós-operatórias, confirmando a fundamental interdependência entre a função cardíaca e pulmonar para a recuperação de cirurgia de grande porte¹⁴. Em pacientes geriátricos, o baixo peso corpóreo e a perda de massa muscular no período pós-operatório têm prognóstico negativo para o desmame da ventilação mecânica³². A incapacidade para exercitar-se numa bicicleta ergométrica aumenta em cinco e sete vezes, respectivamente, as taxas de morbidade e mortalidade de idosos submetidos a procedimentos cirúrgicos eletivos do tipo abdominal ou torácico não cardíaco. Testes aeróbicos de estresse, como subir escadas, podem ser mais efetivos para estratificação do risco do que a abordagem de cada órgão específico, pois traduzem a reserva do sistema cardiopulmonar³³. Existe forte correlação entre pneumopatia e complicação pulmonar pós-operatória quando a doença pulmonar é avançada e está associada a VEF_{1,0} menor que 35% da prevista³⁴, a idade do paciente é superior a 75 anos³⁵, ou o local do procedimento cirúrgico é o tórax³⁶. O sexo masculino também está incluído como fator de risco. Forrest e col. relataram que na ausência de doença, a idade pode não ser fundamentalmente preditiva de complicação pulmonar pós-operatória³⁷.

Nos protocolos de avaliação pré-operatória, comumente realizam-se gasometria arterial e radiografia de tórax. Estes exames não têm valor específico para identificar idosos que apresentam risco aumentado para complicações pulmonares pós-operatórias³⁸. Alterações nos resultados de gasometria arterial somente surgirão quando houver importante disfunção pulmonar, em que sinais e sintomas de pneumopatia já estarão evidentes. Assim, em pacientes sintomáticos, os testes de função pulmonar são importantes para quantificar a extensão da doença³⁹ e a diminuição da resposta a broncodilatadores ou outras formas de terapia usada em conjunto com o processo diagnóstico sendo um guia para o manuseio pré e pós-operatório. Quase metade de todos os pacientes idosos admitidos para cirurgia apresentam alguma anormalidade nos exames de radiografia de tórax, raramente alterando o manuseio perioperatório. A história clínica, o diagnóstico e o tipo de cirurgia são mais importantes para identificar pacientes de risco⁴⁰.

A taxa de mortalidade per-operatória após pneumectomia em idosos é alta, e mesmo obtendo precisa avaliação pré-operatória do VEF_{1,0} e VEF_{1,0}/CV, não é possível identificar aquele paciente que apresenta risco elevado⁴¹. Pacientes portadores de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica grave, com VEF_{1,0} abaixo de 2 litros, geralmente estão associados a alto risco de complicações pulmonares pós-operatórias. Na avaliação pré-operatória, os testes de função respiratória podem ser essenciais para indicar a ressecção pulmonar, pois um VEF_{1,0} do pulmão remanescente menor que 40% do previsto sugere alto e inaceitável risco⁴². Entretanto, para procedimentos torácicos, a idade isoladamente não é considerada contra-indicação, especialmente para ressecções pulmonares ou esofágicas do tipo curativas^{43,44}.

MANUSEIO ANESTÉSICO

A otimização pré-operatória da função respiratória é de fundamental importância. O abandono do uso do cigarro está associado à diminuição do risco de complicações per-operatórias. A avaliação pré-operatória da função respiratória deve ser minuciosa, incluindo história clínica, exame físico com ausculta de ambos os pulmões e exame cuidadoso da boca e via aérea (região cervical, mobilidade da mandíbula e dentição). Existe correlação entre boa preservação dentária e função respiratória adequada em idosos⁴⁵. Esforços devem ser feitos para tratar ou compensar doença pulmonar aguda ou crônica no período pré-operatório. A avaliação da capacidade de exercício em bicicleta ergométrica tem importância clínica na estratificação do risco pré-operatório para complicações pulmonares ou cardíacas, no pós-operatório de procedimentos eletivos não cardíacos ou abdominais em pacientes idosos¹⁷. Embora muitos estudos não mostrem benefícios adicionais em realizar radiografias de tórax para triagem pré-operatória, a realização deste exame pode ser útil em pacientes com suspeita de doença cardíaca ou pulmonar⁴⁶. Rigorosa avaliação pré-operatória incluindo testes de ventilação/perfusão não são necessários para pacientes submetidos à cirurgia pulmonar. O VEF_{1,0} pós-operatório deve exceder 800 ml (> 40%) do previsto. Quando a função cognitiva está comprometida, a realização de medida de impedância respiratória é mais útil do que a espirometria para abordagem da função pulmonar em pacientes idosos⁴⁷. Disfunção respiratória pós-operatória está tipicamente presente durante 2 a 3 dias após cirurgia em pacientes que apresentam doença pulmonar restritiva com CRF e CV reduzidas. A técnica anestésica parece ter pequena implicação com relação ao risco de mortalidade e morbidade pulmonar pós-operatória, independente do tipo de cirurgia⁴⁸. A capacidade que os anestésicos inalatórios potentes têm de alterar o tônus broncomotor⁴⁹ ou, em altas concentrações inspiradas, de evitar broncoconstrição aguda reflexa, pode diminuir a hiperreatividade da via aérea. Entretanto, estes benefícios podem ser superados por algumas propriedades adversas destes agentes, dentre elas a supressão da vasoconstrição pulmonar hipóxica e da broncoconstrição hipocápnica⁵⁰, além da depressão da resposta imunológica pulmonar, função já comprometida em idosos⁵¹. Taeger e col. relataram que uma alta percentagem de fentanil e alfentanil é seqüestrada no pulmão após administração venosa, sugerindo que o sítio de ligação pode estar localizado no surfactante alveolar⁵². Por outro lado, a ação dos opióides na musculatura lisa causa broncoconstrição⁵³. Ruiz Neto e col. estudando pacientes sem doença pulmonar não observaram diferença entre o fentanil e o alfentanil com relação aos efeitos nas propriedades mecânicas do sistema respiratório e sugerem que os opióides provavelmente possam causar alterações na mecânica respiratória de pacientes com pneumopatia⁵⁴. A abordagem cirúrgica minimamente invasiva, associada à técnica anestésica regional combinada, podem apresentar vantagem, particularmente para pacientes com doença pulmonar obstrutiva⁵⁵.

Recentemente, tem sido relatado que o uso de β -bloqueador no período perioperatório apresenta diminuição significativa da morbidade e mortalidade em pacientes idosos de alto risco, portadores de cardiopatia, submetidos à cirurgia não cardíaca⁵⁶. O uso desta medicação tem sido bem tolerado mesmo em pacientes com leve DPOC.

Técnicas de bloqueios neuroaxiais devem sempre ser consideradas em pacientes geriátricos, pois oferece adequada analgesia pós-operatória com mínima sedação⁵⁷, embora opióides subaracnóides possam produzir depressão respiratória nestes pacientes⁵⁸. A anestesia subaracnóide ou peridural contribui para redução da incidência de complicações tromboembólicas em idosos, especialmente após procedimentos ortopédicos ou vasculares de membros inferiores⁵⁹. Entretanto, não há evidência consistente ou quantificável de que a anestesia regional apresente benefícios per ou pós-operatórios quando comparado à anestesia geral no que diz respeito a troca gasosa, volume pulmonar, mecânica respiratória ou eficiência da função diafragmática⁶⁰.

Ventilação espontânea é mantida durante anestesia regional acompanhada de sedação ou medicação pré-anestésica. Hipoxemia e hipercapnia podem ocorrer tanto no per como no pós-operatório⁶¹. A administração de oxigênio suplementar através de cateter nasal melhora significativamente a oxigenação arterial e tecidual em indivíduos idosos durante a anestesia regional. Há relatos⁶² de que podem apresentar hipoxemia pós-operatória por hipoventilação em decorrência de hiperventilação passiva controlada durante a anestesia geral. A suplementação de oxigênio deve ser de uso obrigatório no período perioperatório para pacientes idosos, mesmo durante procedimentos diagnósticos que necessitam apenas sedação superficial⁶³. Apesar da administração de oxigênio, talvez a metade de todos os pacientes admitidos em unidades de recuperação pós-anestésica tenha diminuição na saturação de oxigênio através da oximetria, em valores de 90% ou mais. A diminuição na concentração arterial de oxigênio pode acontecer particularmente entre o segundo e o quinto dia pós-operatório⁶⁴, pois neste período a suplementação de oxigênio geralmente é descontinuada, sendo porém necessária ainda a administração de opióides para controlar a dor⁶⁵. O uso de analgesia controlada pelo paciente tanto venosa quanto peridural atua de maneira mais consistente, reduz a sonolência, pois diminui a sobredose, porém pode produzir depressão respiratória em idosos mais frágeis⁶⁶.

A grande maioria dos estudos menciona que idosos têm alto risco para desenvolver hipoxemia no período pós-operatório. Cuidados respiratórios após cirurgias devem sempre incluir: fisioterapia respiratória, mobilização precoce e o uso liberal da posição sentada, medidas que melhoram, de maneira significativa, a mecânica respiratória e a oxigenação. Lembrar sempre da possibilidade de ocorrência, no pós-operatório, de infarto agudo do miocárdio, insuficiência cardíaca congestiva, tromboembolismo pulmonar e pneumonia.

CONCLUSÕES

A anestesia e determinadas cirurgias predispõem a alterações na mecânica respiratória, volumes pulmonares e tro-

cas gasosas, que são mais intensas com o avançar da idade. Estas alterações podem persistir no pós-operatório resultando em hipoxemia.

O envelhecimento favorece uma série de manifestações no sistema respiratório, tais como: reatividade da árvore traqueobrônquica, redução dos reflexos de proteção de vias aéreas, redução da eficiência do sistema imunológico com maior predisposição à infecção pulmonar.

A analgesia peridural favorece o precoce retorno da função respiratória; entretanto, em procedimentos torácicos extensos, a disfunção respiratória pode ser importante, persistente e não modificada por adequada analgesia peridural pós-operatória.

A avaliação pré-operatória da função respiratória é importante para estratificação do risco para complicações pulmonares e melhora da função respiratória.

No pré-operatório, esforços devem ser feitos para compensar e otimizar a função respiratória. A escolha da técnica anestésica deve ser adequada para não alterar o prognóstico pós-operatório relacionado ao sistema respiratório. A técnica anestésica regional combinada com adequada analgesia peridural apresenta vantagens, principalmente para pacientes pneumopatas. A suplementação de oxigênio até o pós-operatório tardio é muito importante, além do uso liberal da posição sentada e de fisioterapia respiratória.

Baseado nas evidências descritas nesta revisão pode-se afirmar que o envelhecimento é fator de risco para complicações pulmonares, mesmo na ausência de pneumopatias. Assim, o aparelho respiratório do idoso exige criteriosa atenção, desde o preparo pré-operatório até o pós-operatório tardio com o objetivo de diminuir a morbimortalidade associada a este sistema.

The Respiratory System and the Elderly: Anesthetic Implications

Cláudia Regina Fernandes, TSA, M.D., Pedro Poso Ruiz Neto, TSA, M.D.

INTRODUCTION

Respiratory complications are responsible for approximately 40% of postoperative deaths in patients above 65 years of age¹. Although post-anesthetic and surgical pulmonary dysfunction being more frequent in the elderly, age by itself is not considered an additional risk factor for perioperative pulmonary dysfunction². However, there is a significant respiratory system functional reserve decrease with aging. Respiratory functions become particularly insufficient in the supine position during anesthesia and in the postoperative period. Coexisting factors, prevalent in elderly surgical patients, predispose to postoperative pulmonary complications. Such factors include: smoking, obesity and preexisting pulmonary diseases. Surgeries lasting more than 6 hours, chest and up-

per abdomen incisions significantly increase the risk for perioperative respiratory complications. An increasing number of elderly patients with pulmonary diseases are being submitted to complex and highly risky surgical procedures. So, a better understanding of physiological changes in the respiratory system of the elderly may be useful for better results³.

This review aimed at emphasizing respiratory system and aging aspects and possible anesthesia-induced changes, focusing on preoperative respiratory function evaluation, postoperative pulmonary complications and details of adequate anesthetic techniques for elderly people.

LOSS OF PULMONARY VOLUME AND GAS EXCHANGE IMPAIRMENT

There is a functional residual capacity (FRC) decrease during anesthesia. The primary explanation for this is a decrease in diaphragmatic tone⁴ leading to the cephalad displacement of this muscle due to abdominal organs weight and triggering pulmonary volume loss. The cephalad displacement of the diaphragm is independent of muscle paralysis, controlled or spontaneous ventilation⁵. FRC decrease after anesthetic induction allows for pulmonary compliance decrease and pulmonary vascular resistance increase⁶. Lungs, diaphragm and chest wall act as an integrated unit. Changes in regional physical characteristics of such structures are widely responsible for ventilation/perfusion (V/Q) ratio problems and for a decrease in gas exchange efficiency, resulting in an increased alveoloarterial oxygen gradient $[P(A-a)O_2]$ ⁷.

Closing volume (CV) is the volume remaining in the lungs when small airways are closed during expiration and is higher than the residual volume (RV). CV is an important factor contributing for gas exchange inefficiencies in elderly patients during anesthesia⁸. In general, small airway closing occurs at the end of a forced expiration. In elderly, this phenomenon may occur in breathings with normal tidal volumes. Closing capacity (CC) is the sum of residual and closing volumes. During anesthesia, CC becomes part of the Vital Capacity (VC). In people above 60 years of age, CC may equal FRC⁹. So, it is believed that small airway closing has a major role in the $P(A-a)O_2$ increase seen during anesthesia.

Hypoxic pulmonary vasoconstriction (HPV) determines local adjustment of pulmonary vascular resistance needed to maintain ventilation-perfusion balance. During anesthesia, this balance may be disrupted, or at least impaired, by inhalational agents in concentrations above 1 MAC and elderly are the most susceptible patients¹⁰. A similar effect may be observed in response to high oxygen inspired concentrations, commonly used for induction and during surgery¹¹. Perioperative gas exchange impairment increases $P(A-a)O_2$ and this alveoloarterial difference is a function of aging.

In young adults, the ratio between dead space and tidal volume (V_d/V_t) is approximately 25%. In non-smoking elderly, aged 80 years or more, this ratio may be as high as 40%, and may be even higher in smokers¹². Dead space ventilation increase during anesthesia, although related to FRC decrease, is not simply due to generalized parenchymal microate-

lectasies⁸. All regional pulmonary mechanical alterations and changes in the lung/chest/abdomen unit are associated to this fact. So, an increase in Vd/Vt ratio is not reversible with positive end expiratory pressure (PEEP), hyperventilation, high tidal volumes or intermittent sighs⁵, which may even worsen Vd/Vt changes. There is a mild, however significant increase in the real shunt component in elderly surgical patients. In these conditions, high oxygen concentrations will cause a minor, however progressive perioperative PaO₂ improvement.

POSTOPERATIVE PULMONARY MORBIDITY AND MORTALITY IN ELDERLY PATIENTS

In evaluating postoperative pulmonary complications in elderly patients, some authors¹³ suggest that surgery site, pre-existing pulmonary diseases and age are major determinants of postoperative morbidity/mortality. However, a different study suggests that such statement may be simplistic and without a major predictive usefulness¹⁴.

An explanation for postoperative PaO₂ and tidal volume decrease after procedures close to the diaphragm or chest wall is the decrease in respiratory excursion due to pain or compressive dressings. However, it is currently well established that the increase in P(A-a)O₂ persists for several days after surgery and is not reverted even with pain relief with spinal opioids¹⁵. On the other hand, the simultaneous use of systemic narcotics and spinal opioids may eventually determine significant systemic concentration leading to respiratory depression, because the decrease in central nervous system response to carbon dioxide increase is more pronounced in elderly as compared to young adults¹⁶.

Pulmonary complications are major causes of postoperative morbidity-mortality in elderly people¹⁷. Smokers respiratory tree is hyperreactive and may trigger bronchospasm, building up of secretion and regional atelectasis¹⁸. This population has a major decrease in protective laryngeal reflexes, with increased risk for gastric or nasopharyngeal content aspiration¹⁹. There is an increased predisposition for respiratory infections because immune capacity and mucociliary activity are decreased. This may be exacerbated by the use of inhalational anesthetics²⁰. Postoperative respiratory infection diagnosis may be difficult since classic pneumonia signs and symptoms may be minor or absent and mental confusion may be the only apparent clinical change. In elderly, streptococcus pneumonia is especially common. Once installed it generally progresses very rapidly to sepsis with a mortality rate of approximately 30%²¹.

Minimally invasive thoracotomy does not change elderly postoperative prognosis, which has a respiratory system-induced mortality rate of approximately 5% to 15%, or more than twice as compared to young adults²².

Guinard et al. have stated that epidural analgesia is paramount for elderly patients because there is an earlier return to normal pulmonary function as compared to isolated systemic opioid analgesia²³. Fratacci et al., on the other hand, have reported that diaphragmatic dysfunction and postoperative

ventilatory failure associated to chest procedures are significant and do not change with adequate postoperative analgesia²⁴. A similar diaphragmatic dysfunction and ventilatory incoordination, probably due to diaphragm spasticity as a consequence of surgical manipulation and cooling, is seen after upper abdomen procedures²⁵. Auler Jr et al. have observed an increase in respiratory system elastance after cardiac procedures²⁶. When respiratory complications need mechanical ventilation for more than 10 days, mortality rate may exceed 50%, increasing with age²⁷. Even those promptly returning to spontaneous ventilation after chest procedures with median sternotomy present low FRC and CC values for days to weeks and may take up to 3 months to return to preoperative values²⁸. The decrease in pulmonary volume and airflow at rest predisposes to atelectasis, poor secretion elimination, pulmonary mechanics deterioration, increased respiratory work and pneumonia²⁹. Acute arterial hypoxemia is the reflex of a set of factors culminating with the unbalance between ventilation and perfusion and, even in the absence of pulmonary disease, postoperative arterial oxygenation progressively declines with age.

Preoperative Pulmonary Function Evaluation

Aiming at identifying risk factors for postoperative pulmonary complications, lab tests have been frequently used to quantify pulmonary functional reserve. However, simple and informal tests, such as the ability to climb several stairs, may be as valuable as spirometric tests, excluding those cases with limiting factors, such as claudication³⁰. The ability to perform stress exercises is useful to identify patients at high risk for pulmonary complications³¹. So, the inability to reach and maintain high oxygen consumption is associated to a high risk for postoperative pulmonary complications, thus confirming the fundamental interdependence between cardiac and pulmonary functions for the recovery from major procedures¹⁴. In elderly patients, low body weight and postoperative loss of muscular mass is a negative prognosis for mechanical ventilation weaning³². The inability to exercise in an ergometric bike increases five to seven-fold, respectively, the risk for morbidity and mortality in elderly submitted to elective abdominal or non-cardiac abdominal procedures. Aerobic stress tests, such as climbing stairs, may be more effective to stratify risk than addressing each specific organ, because they translate cardiopulmonary reserve³³. There is a strong correlation between pneumopathies and postoperative pulmonary complications with advanced pulmonary disease associated to VEF_{1.0} lower than 35%³⁴, patients above 75 years of age³⁵ or surgical chest procedure³⁶. The male gender is also included as a risk factor. Forrest et al. have reported that, in the absence of disease, age might not be fundamentally predictive of postoperative pulmonary complications³⁷. Preoperative evaluation protocols in general include arterial gas analysis and chest X-rays. These tests have no specific value in identifying elderly with increased risk for postoperative pulmonary complications³⁸. Abnormal arterial gas analysis results will only appear in the presence of major pulmo-

nary dysfunction, where pneumopathy signs and symptoms are already apparent. So, in symptomatic patients, pulmonary function tests are important to quantify the extension of the disease³⁹ and the decreased response to bronchodilators and other therapies used in conjunction with the diagnostic process is a guide for peri and postoperative management. Almost half the elderly patients admitted for surgery have some abnormality in chest X-rays, but this seldom affects perioperative management. Clinical history, diagnosis and type of surgery are more important to identify risk patients⁴⁰.

Post-pneumectomy mortality rate in elderly is high and, even with a precise preoperative VEF_{1.0} and VEF_{1.0}/VC evaluation, it is not possible to identify patients at increased risk⁴¹. Patients with severe Chronic Obstructive Pulmonary Disease and VEF_{1.0} below 2 liters are in general associated to a high postoperative pulmonary complication risk. During preoperative evaluation, respiratory function tests may be essential to indicate pulmonary resection because VEF_{1.0} of the remaining lung below 40% suggests high and unacceptable risk⁴². For chest procedures, however, age alone is not considered a counterindication, especially for healing-type pulmonary or esophageal resections^{43,44}.

ANESTHETIC MANAGEMENT

Preoperative respiratory function optimization is paramount. Cigarette withdrawal is associated to a decreased risk for perioperative complications. Preoperative respiratory function evaluation should be detailed, including clinical history, physical exam with auscultation of both lungs and careful evaluation of mouth and airways (cervical region, jaw mobility and teeth). There is a correlation between good teeth and adequate respiratory function in the elderly⁴⁵. Efforts should be made to preoperatively treat or compensate acute or chronic pulmonary disease. The evaluation of the ability to exercise in an ergometric bike is clinically important to stratify preoperative risks for pulmonary or cardiac complications in the postoperative period of non-cardiac or abdominal procedures in elderly patients¹⁷. Several studies were unable to show additional benefits of chest X-rays for preoperative screening, but it may be useful in patients suspected of cardiac or pulmonary disease⁴⁶. Thorough preoperative evaluation, including ventilation/perfusion tests, is not needed for patients submitted to pulmonary procedures. Postoperative VEF_{1.0} must exceed 800 ml (> 40%) of estimated value. When cognitive function is impaired, respiratory impedance measurements are more useful than spirometry to evaluate pulmonary function in elderly patients⁴⁷. Postoperative respiratory dysfunction is typically present for 2 to 3 days after surgery in patients with restrictive pulmonary disease and decreased FRC and VC.

The anesthetic technique seems to have minor implications in postoperative pulmonary morbidity and mortality, regardless of the procedure⁴⁸. Potent inhalational anesthetics ability to change bronchomotor tone⁴⁹, or to avoid acute bronchoconstriction in high inspired concentrations, may attenu-

ate airway hyperreactivity. These benefits, however, may be overridden by some adverse properties of such agents, among them hypoxic pulmonary vasoconstriction and hypocapnic bronchoconstriction suppression⁵⁰, in addition to pulmonary immune response depression, which is already affected in the elderly⁵¹. Taeger et al. have reported that a high percentage of fentanyl is scavenged in the lungs after intravenous administration, suggesting that the binding site may be located on the alveolar surfactant⁵². On the other hand, the action of opioids on smooth muscles causes bronchoconstriction⁵³. Ruiz Neto et al., studying patients without pulmonary disease, have not seen differences between fentanyl and alfentanil with regards to the effects on respiratory tract mechanical properties and have suggested that opioids might cause respiratory mechanics changes in patients with lung diseases⁵⁴. Minimally invasive surgical procedures associated to combined regional anesthesia may be advantageous, especially for patients with obstructive pulmonary disease⁵⁵. It has been recently reported that perioperative β -blockers significantly decrease morbidity and mortality in high risk elderly patients with cardiac diseases and submitted to non-cardiac procedures⁵⁶. Even patients with mild COPD have tolerated this drug.

Neuraxial blockade techniques must always be considered in elderly patients because they provide adequate postoperative analgesia with a minimum sedation⁵⁷, although spinal opioids may cause respiratory depression in such patients⁵⁸. Spinal or epidural anesthesia contributes to decrease the incidence of thromboembolic complications in the elderly, especially after orthopedic or lower limb vascular procedures⁵⁹. However, there is no consistent or quantifiable evidence that regional anesthesia has peri or postoperative benefits as compared to general anesthesia in terms of gas exchange, pulmonary volume, respiratory mechanics or diaphragmatic function efficiency⁶⁰.

Spontaneous ventilation is maintained during regional anesthesia with sedation or premedication. Hypoxemia and hypercapnia may be seen both peri and postoperatively⁶¹. Supplemental oxygen by nasal catheter significantly improves arterial and tissue oxygenation in elderly patients during regional anesthesia. There are reports⁶² on postoperative hypoxemia by hypoventilation as a consequence of controlled passive hypoventilation during general anesthesia. Oxygen supplementation should be mandatory in the perioperative period for elderly people, even during diagnostic procedures requiring superficial sedation only⁶³. Apart from oxygen administration, maybe half the patients admitted to post-anesthetic recovery units have decreased oxygen saturation by oximetry, in values of 90% or more. Oxygen arterial concentration decrease may be particularly present between the 2nd and 5th postoperative day⁶⁴ because oxygen supplementation is in general discontinued in this period while opioids are still needed to control pain⁶⁵. Patient controlled analgesia, both intravenous and epidural, is more consistent, decreases somnolence because it reduces overdose, but may lead to respiratory depression in weaker elderly patients⁶⁶.

Most studies state that elderly are at a high risk for postoperative hypoxemia. Postoperative respiratory care may always include: respiratory physical therapy, early ambulation and liberal use of the sitting position, which significantly improves respiratory mechanics and oxygenation. Always bear in mind the possibility of postoperative myocardial infarction, congestive heart failure, pulmonary embolism and pneumonia.

CONCLUSIONS

Anesthesia and certain surgical procedures predispose to respiratory mechanics, pulmonary volume and gas exchange alteration, which are more intense with aging. These changes may persist in the postoperative period resulting in hypoxemia.

Aging favors several respiratory tract manifestations, such as: tracheobronchial tree reactivity, decreased airway protection reflexes and decreased immune system efficiency with increased predisposition for pulmonary infection.

Epidural anesthesia helps early respiratory function recovery; however, in major chest procedures, respiratory dysfunction may be important, persistent and unaltered by adequate postoperative epidural analgesia.

Preoperative respiratory function evaluation is important to stratify the risk for pulmonary complications and improve respiratory function.

Efforts should be made in the preoperative period to compensate and optimize respiratory function. Anesthesia must be adequate not to change respiratory tract-related postoperative prognosis. Combined regional anesthesia with adequate epidural analgesia is advantageous, especially for patients with lung disease. Oxygen supplementation until the late postoperative period is very important, in addition to the liberal use of the sitting position and respiratory physical therapy.

Based on evidences of this review, it can be stated that aging is a risk factor for pulmonary complications, even in the absence of lung disease. So, the respiratory tract of the elderly requires thorough attention, from preoperative preparation until late postoperative period, aiming at decreasing morbidity-mortality associated to this system.

REFERÊNCIAS - REFERENCES

01. Djokovic JI, Hedley-Whyte J - Prediction of outcome of surgery and anesthesia in patients over 80. *JAMA*, 1979;242:2301-2306.
02. Mohr DN - Estimation of surgical risk in the elderly: a correlative review. *J Am Geriatr Soc* 1983;31:99-102.
03. Zaugg M, Lucchinetti E - Respiratory function in the elderly. *Anesth Clin North America*, 2000;18:47-58.
04. Muller N, Volgyesi G, Becker L et al - Diaphragmatic muscle tone. *J Appl Physiol*, 1979;47:279-284.
05. Froese AB, Bryan AC - Effects of anesthesia and paralysis on diaphragmatic mechanics in man. *Anesthesiology*, 1979;41:242-255.
06. Don H - The mechanical properties of the respiratory system during anesthesia. *Int Anesth Clin*, 1977;15:113-136.
07. Rehder K, Sessler AD, Marsh HM - General anesthesia and the lung. *Am Rev Respir Dis*, 1975;112:541-563.
08. Dueck R - Gas exchange. *Int Anesth Clin*, 1984;22:13-28.
09. Wahba WM - Influence of aging on lung function. Clinical significance of changes from ages twenty. *Anesth Analg*, 1983;62:764-776.
10. Sykes MK, Lohn L, Seed RF et al - The effect of inhalational anaesthetics on hypoxic pulmonary vasoconstriction and pulmonary vascular resistance in the perfused lung of the dog and cat. *Br J Anaesth*, 1972;44:776-788.
11. Isawa T, Teshima T, Hirano T et al - Regulation of regional perfusion distribution in the lungs: effect of regional oxygen concentration. *Am Rev Respir Dis*, 1978;118:55-56.
12. Fletcher R - Smoking, age, and the arterial-end-tidal PCO₂ difference during anaesthesia and controlled ventilation. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1987;31:355-356.
13. Garibaldi RA, Britt MR, Coleman ML et al - Risk factors for postoperative pneumonia. *Am J Med*, 1981;70:677-680.
14. McPeck B, Gasko M, Mosteller F - Measuring outcome from anesthesia and operation. *Theor Surg*, 1986;1:2-9.
15. Pflug AE, Murphy TM, Butter SH et al - The effects of postoperative peridural analgesia on pulmonary therapy and pulmonary complications. *Anesthesiology*, 1974;41:8-17.
16. Glynn CJ, Mather LE, Cousins MJ et al - Spinal narcotics and respiratory depression. *Lancet II*, 1979;356-357.
17. Gerson MC, Hurst JM, Hertzberg VS et al - Prediction of cardiac and pulmonary complications related to elective abdominal and noncardiac thoracic surgery in geriatric patients. *Am J Med*, 1990;88:101-107.
18. Sparrow D, O'connor GT, Rosner B et al - The influence of age and level of pulmonary function on nonspecific airway responsiveness. *Am Rev Respir Dis*, 1991;143:978-982.
19. Pontoppidan H, Beecher HK - Progressive loss of protective reflexes in the airway with the advance of age. *JAMA*, 1960;174:2209-2213.
20. Manawadu BR, LaForce FM - Impairment of pulmonary antibacterial defense mechanisms by halothane anesthesia. *Chest*, 1979;75(Suppl):242-243.
21. Smith IM - Infections in the elderly. *Hosp Pract*, 1982;17:69-77.
22. Lee-Chiong Jr TL, Matthay RA - Lung cancer in the elderly patient. *Clin Chest Med*, 1993;14:453-478.
23. Guinard JP, Mavrocordatos P, Chiolo R et al - A randomized comparison of intravenous versus lumbar and thoracic epidural fentanyl for analgesia after thoracotomy. *Anesthesiology*, 1992;77:1108-1115.
24. Fratacci MD, Kimball WR, Wain JC et al - Diaphragmatic shortening after thoracic surgery in humans: effects of mechanical ventilation and thoracic epidural anesthesia. *Anesthesiology*, 1993;79:654-665.
25. Ford GT, Rosenal TW, Chergue F et al - Respiratory physiology in upper abdominal surgery. *Clin Chest Med*, 1993;14:237-252.
26. Auler Jr JOC, Zin WA, Caldeira MPR et al - Pre and postoperative inspiratory mechanics in ischemic and valvular heart disease. *Chest*, 1987;92:984-990.
27. Spicher J, White D - Outcome and function following prolonged mechanical ventilation. *Arch Intern Med*, 1987;147:421-425.
28. Shapiro N, Zabatino SM, Ahmed S et al - Determinants of pulmonary function in patients undergoing coronary bypass operations. *Ann Thorac Surg*, 1990;50:268-273.
29. Pontoppidan H, Geffin B, Lowenstein E - Acute respiratory failure in the adult. *N Engl J Med*, 1972;287:690-698.
30. Bolton JW, Weiman DS, Haynes JL et al - Stair climbing as an indicator of pulmonary function. *Chest*, 1987;92:783-788.

31. Olsen GN, Bolton JW, Weiman DS et al - Stair climbing as an exercise test to predict the postoperative complications of lung resection. Two years' experience. *Chest*, 1991;99:587-590.
32. Wood CD, Glover J, McCune M et al - The effect of intravenous nutrition on muscle mass and exercise capacity in perioperative patients. *Am J Surg*, 1989;158:63-67.
33. Beaty TH, Newill CA, Cohen BH et al - Effects of pulmonary function on mortality. *J Chron Dis*, 1985;38:703-710.
34. Allen SJ - Respiratory considerations in the elderly surgical patient. *Clin Anesthesiol*, 1986;4:899-930.
35. Rich MW, Keller AJ, Schechtman KB et al - Morbidity and mortality of cardiac bypass surgery in patients 75 of age or older. *Ann Thorac Surg*, 1988;46:638-644.
36. Dales RE, Dionne G, Leech JA - Preoperative prediction of pulmonary complications following thoracic surgery. *Chest*, 1993;104:155-159.
37. Forrest JB, Rehder K, Cahalan MK et al - Multicenter study of general anesthesia. III. Predictors of severe perioperative adverse outcomes. *Anesthesiology*, 1992;76:3-15.
38. Rigg JRA, Jones NL - Clinical assessment of respiratory function. *Br J Anaesth*, 1978;50:3-13.
39. Zibrak JD, O' Donnell CR, Marton K - Indications for pulmonary function testing. *Ann Intern Med*, 1990;112:763-771.
40. Gupta SD, Gibbins FJ, Sem I - Routine chest radiography in the elderly. *Age Ageing*, 1985;14:11-14.
41. Wahi R, McMurtrey MJ, DeCaro LF et al - Determinants of perioperative morbidity and mortality after pneumectomy. *Ann Thorac Surg*, 1989;48:33-37.
42. Kearney DJ, Lee TH, Reilly JJ et al - Assessment of operative risk in patients undergoing lung resection. Importance of predicted pulmonary function. *Chest*, 1994;105:753-759.
43. Keagy BA, Pharr WF, Bowes DE et al - A review of morbidity and mortality in elderly patients undergoing pulmonary resection. *Am Surg*, 1984;50:213-216.
44. Keeling P, Gillen P, Hennessy TP - Esophageal resection in the elderly. *Ann R Coll Surg*, 1988;70:34-37.
45. Osterberg T, Era P, Gause-Nilsson I et al - Dental state and functional capacity in 75-year-olds three Nordic localities. *J Oral Rehabil*, 1995;22:653-660.
46. Verbeken EK, Cauberghe M, Mertens I et al - The senile lung: comparison with normal and emphysematous lungs 2. Functional aspects. *Chest*, 1992;101:800-809.
47. Carvalhaes-Neto N, Lorino H, Gallinari C et al - Cognitive function and assessment of lung function in the elderly. *Am J Respir Crit Care Med*, 1995;152:1611-1615.
48. Christopherson R, Beattie C, Frank SM et al - Perioperative morbidity in patients randomized to epidural or general anesthesia for lower extremity vascular surgery. *Anesthesiology*, 1993;79:422-434.
49. Hirshman CA, Edelstein G, Peetz S et al - Mechanism of action of inhalational anesthesia on airways. *Anesthesiology*, 1982;56:107-111.
50. Coon RL, Kampine JP - Hypocapnic bronchoconstriction and inhalation anesthetics. *Anesthesiology*, 1975;43:635-641.
51. Gyetko MR, Toews GB - Immunology of the aging lung. *Clin Chest Med*, 1993;14:379-391.
52. Taeger K, Weninger F, Schmelzer F et al - Pulmonary kinetics of fentanyl and alfentanil in surgical patients. *Br J Anaesth*, 1988;61:425-434.
53. Yasuda I, Hirano T, Yusa T et al - Tracheal constriction by morphine and fentanyl in man. *Anesthesiology*, 1978;19:117-119.
54. Ruiz Neto PP, Auler Jr JOC - Respiratory mechanical properties during fentanyl and alfentanil anaesthesia. *Can J Anaesth*, 1992;39:458-465.
55. Salomaki TE, Laitinen JO, Nuutinen LS - A randomized double-blind comparison of epidural versus intravenous fentanyl infusion for analgesia after thoracotomy. *Anesthesiology*, 1991;75:790-795.
56. Mangano DT, Layung EL, Wallace A et al - Effect of atenolol on mortality and cardiovascular morbidity after noncardiac surgery. *N Engl J Med*, 1996;335:1713-1720.
57. Shulman M, Sandler NA, Bradley JW et al - Postthoracotomy pain and pulmonary function following epidural and systemic morphine. *Anesthesiology*, 1984;61:569-575.
58. Varrassi G, Celleno P, Capogna G et al - Ventilatory effects of subarachnoid fentanyl in the elderly. *Anaesthesia*, 1992;47:558-562.
59. Sharrock NE, Cazan MG, Hargett MJ et al - Changes in mortality after total hip and knee arthroplasty over a ten year period. *Anesth Analg*, 1995;80:242-248.
60. Sandler NA, Stringer D, Panos L et al - A randomized, double-blind comparison of lumbar epidural and intravenous fentanyl infusions for postthoracotomy pain relief: analgesic, pharmacokinetic, and respiratory effects. *Anesthesiology*, 1992;77:626-634.
61. Munoz HR, Dagnino JA, Rufs JA et al - Benzodiazepine premedication causes hypoxemia during spinal anesthesia in geriatric patients. *Reg Anesth*, 1992;17:139-142.
62. Salvatore AJ, Sullivan SF, Papper EM - Postoperative hypoventilation and hypoxemia in man after hyperventilation. *N Engl J Med*, 1969;280:467-470.
63. Bailey PL, Pace NL, Ashburn MA et al - Frequent hypoxemia and apnea after sedation with midazolam and fentanyl. *Anesthesiology*, 1990;73:826-830.
64. Reeder MK, Goldman MD, Loh L et al - Postoperative hypoxemia after major abdominal vascular surgery. *Br J Anaesth*, 1992;68:23-26.
65. Arunasalam K, Davenport HT, Painter S et al - Ventilatory response to morphine in young and old subjects. *Anaesthesia*, 1983;38:529-533.
66. Egbert AM, Parks LH, Short LM et al - Randomized trial of postoperative patient-controlled analgesia vs intramuscular narcotics in frail elderly men. *Arch Intern Med*, 1990;150:1897-1903.

RESUMEN

Fernandes CR, Ruiz Neto PP - El Sistema Respiratorio y el Anciano: Implicaciones Anestésicas

Justificativa y Objetivos - Las complicaciones respiratorias son responsables por grande parte de los óbitos después de procedimientos quirúrgicos que ocurren en la población geriátrica. El envejecimiento causa importante disminución de la reserva funcional del sistema respiratorio, y un número creciente de pacientes ancianos están siendo sometidos a procedimientos cada vez más complejos. El objetivo de este trabajo es revisar el sistema respiratorio durante el proceso de envejecimiento, las alteraciones causadas pela anestesia en el anciano, enfatizando la evaluación pré-operatoria de la función respiratoria, complicaciones pulmonares pós-operatorias y detalles del manejo anestésico.

Contenido - Son presentadas las alteraciones respiratorias fisiológicas del envejecimiento. Son enfatizadas las alteraciones de volumen y capacidades pulmonares, de la mecánica respiratoria y de cambios gaseosos proporcionados por la anestesia. Son abordados aspectos relativos a la morbimortalidad pulmonar pós-operatoria en geriatría, destacándose la importancia de la adecuada evaluación

pré-operatoria, considerándose desde testes de esfuerzo hasta testes específicos que cuantifican la reserva funcional pulmonar. Son discutidas técnicas anestésicas apropiadas en ancianos.

Conclusiones - *El envejecimiento es acompañado de alteraciones en el sistema respiratorio. Evidencias demuestran*

que mismo en la ausencia de pneumopatía, la edad avanzada constituye factor de riesgo para complicaciones pulmonares en el pós-operatorio. Debe haber preocupación con adecuada evaluación pré-operatoria de la función respiratoria, apropiado manejo anestésico y cuidados pós-operatorios específicos.