II. SAMET JM. Involuntary smoking and asthma. Asthma - A Link Between Environment, Immunology, and the Airways - Proceedings of the XVIth Congress of Asthma, Buenos Aires, October 17-20, 1999; 78-88.
12. URNA Y PB. Asthma. E. R. S. - Respiratory epidemology in Europe; Vol. 5, Monograph 15, November 2000; 48-66.

As Resistencias Aereas *

Airways Resistance**

ANT6NIO COUTO", J. M. REIS FERREIRA • •

RESUJ\10

Numa abordagem de revisao acerca da <walia-c;ao das resistcncias das vias aereas, insiste·sc na importancia destas para o estudo da func;ao respira-t6ria, tentando demonstrar que se trata de um exa-me com Iugar garantido no exame de rotina. Defi-ne-se esta variavcl funcional, descrevem-se os mctodos de avali ac;ao, mostrando-se porque e que cste e um par5metro menos dcpendente da colabo-rac;ao e de manobras rcspirat6rias antifisiol6gicas, apontando-lhe as vantagens e desvantagens. No cntanto, as resistencias tambem podem ser avali a-das durante a e cstc cstudo e apontado como importante contributo para a abor-dagem da patologia das pequenas vias aereas peri· fcricas. 0 metoda de oscilometria de impulso tam-bcm c valorizado, sobretudo porque permite outra

XVI CONGRESSO DE PNEUMOLOGIAffEXTOS

13. VOORSPUU WAZ. Indoor air pollution and health risks: an overview. Asthma - A Link Between Environment, Immunology. and the Airways - Proceedings of the XVlth Congress of Asthma, Buenos Aires, October 17-20, 1999; I42-148.

perspcctiva, uma vez que rccorre a um estfmulo externo, que avalia as resistencias a nfvel regional.

Palavras-chave: Medinica Ventilat6ria; Resisten-cias Aereas; Plctismografia Corporal; Oscilometria de lmpulso; Pequenas Vias Aereas; Obstruc;ao das Vi as Aereas (diagn6stico precoce).

ABSTRACT

On a state-of-the-art perspective, the evaluation of airways is admitted as an important routine lung fu nction parameter. Its definition, most widespread methods of clinjca\ assay, and pros and cons are discussed, reinforcing its inde-pendence of collaboratio? and antiphysiologic manovers. However, its possible role on the study

* Artigo buscado numa participa\ iiO em mesa redonda do XVI Congrcsso Annual da SPP. Lisboa. Novembro 2000
•• Revision article based on a workshop in the XVI Annual Congress of S PP. Lisboa. November 2000
Hospitalar Graduado de Pneumologia do Hospital du Forfin Acrca e coordenador do Grupo de Trabalho
de Fisiopatologia Rcspirat6ria da SPP
Professor Associado (Agregado) da Faculdadc de Mcdicina de Lisboa

Julho/Outubro 2001 Vol. VII N11' 4-5 361

REYISTA PORTUGUESA DE PNEUMOLOGIA/XVI CONGRESSO DE PNEUMOLOGIA

of peripheral airways, through forced expiration, is
also exemplified. The method of impulse oscillome-
try is referred as a future breakthrough, since it
brings another standpoint for this parameter, bring-
ing up a regional evaluation of airways resistance.

Key-words: Lung Mechanics; Airways Resis-tance; Body Plethysmography; Impulse Oscillome-try; Small Airways Obstruction (early diagnosis).

Os quatro metodos mais utilizados no estudo da funr;ao das vias aereas sao:

1- Espirometria (VEMS e fndice de Tiffeneau)

2- Pneumotacografia (ansa de debito-volume)

3- Pletismografia Corporal

4- Oscilometria

Nesta publicar;ao vamos dedicar-nos apenas a revisao dos dois ultimos, porque att·aves dos mes-mos e possfvel a determina9iio das rcsistcncias aereas. Importa todavia destacar, logo de infcio, que os valores encontrados nao se sobrepoem. Como veremos, na sequencia, estes metodos determinam-nos dois tipos diferentes de resisten-cias aereas.

PLETISMOGRAFIA CORPORAL

DUBOIS e COMROE nos E.U.A foram os autores da primeira publicar;ao sobre Pletismogra-fi·a Corporal em 1956.
Mas s6 l 0 a nos mais tarde ela comer;ou a ser aplicada na pnitica clfnica pneumol6gica na Euro-pa, devido a iniciativa dos pneumologistas germa-nicos, ULMER, em Bochum, HERTZ, em Kiel e ARZT, em Hamburgo.

362

Com a Pletismografia Corporal foi introduzido na pratica clfnica um novo parametro - a Resistance (Raw) que representa a Resistencia das Vias Aereas. 0 conceito de Resistance foi tomado da Ffsica da lei de Ohm, das Resistencias elcctricas, que nos diz que a resistencia oferecida a passagem de uma cor-rente electrica entre dois pontos de um condutor e dircctamente proporcional a diferenr;a de tcnsao existente entre esses dois pontos e invcrsamcnte proporcional a intensidadc da COITente.

E
R =
I

E= de tc nsao
I= lntcnsidade da corrent c elect rica

Embora as resistencias aereas sejam originadas pela fricr;ao da COrrente aerea em condulores OCOS e niio condutores macir;os, ha uma cena analogia: Se entre dois extremes de um tubo atravcs do qual se faz passar, por exemplo, ar, cxistir uma detenninada diferenr;a de pressiio t.P, originar-se-a um debito dear V' (Fig.!).
A Resistencia (R) oferecida pelo tubo a passa-gem de COrrente aerea sera directamente proporcio-nal a diferenr;a de pressiio t.P entre os dois extremes do tubo e inversamente proporcional ao debito V' originado.

R =
V'

Se atraves de um tu bo a se faz passar uma corrente aerea (Fig.2), verifica-se que o tubo exerce uma certa resistencia R a passagem do ar. Sc se utili za urn tubo b de menor calibre, a resis-tencia a passagem do ar R' sera maior, assim R'>R.

Para determinar;iio da Resistance teremos que medir simultaneamente por um !ado o debito acrco

Julho/Out ubro 200 I

XVI CONGRESSO DE PNEUMOLOGIAITEXTOS

R R'

L1P'

Fig 1 - Conccito de resistencia acrca, sua com o diferencial de prcssao

Fig 2 - entre diiimetro e rcsistcncia acrca

momcntanco V') e por outro a da prcssao alveolar), responsavel por aquele:

V'

A determinac;ao do debito aereo, isto e, do denominador da fracc;ao que define Raw e facil des-de que se disponha de urn pneumotac6grafo ou de urn espir6metro termico.
A dificuldade reside na obtenc;ao do numerador

Julho/Outubro 200 I

daquela fracc;ao, ou seja, na medic;ao das variac;oes de prcssao alveolar ou alveolo-bucal.

E precisamente para este fim que teremos de lanc;ar a mao do Pletism6grafo Corporal.
0 doente e introduzido no pletism6grafo respi-rando atravcs de urn pneumotac6grafo ou de urn espir6metro termico a fim de se poder medir o·· debito aereo (Fig.3).
Para que o ar penetre nos pulmoes na inspirac;ao
e necessaria que se estabelec;a nos alveolos uma pressao subatmosferica que, devido a distensao toracica, conduz a urn ligeiro acrescimo na pressao

Vol. VII N2

' 4-5 363

REVISTA PORTUGUESA DE PNEUMOLOGIA/XVI CONGRESSO DE PNEUMOLOGIA

aJ b) C)

Fig 3- Registo das variac;5cs de prcssao na cabine do pletism6grafo, em simultanco com o registo das variac;5es do debito

do pletism6grafo, detectada pelo sensivel man6me-
tro aa cabina (Fig. 3b). Esta varia9ao de pressao na
cabina corresponde a uma varia9ao de pressao nos alveolos, embora de sinal contnirio.
Na expira9ao (Fig.3c) a pressao alveolar aumenta, o volume pulmonar diminui, diminuindo correspondentemente a pressao na cabina.
Pode proceder-se ao registo de debito e da pres-sao alveolar num registador linear como mostra a Fig.4.
Mas mais elucidative e o registo destes parame-tres no sistema XY, resultando dai a chamada ansa

• v

de debito/pressao cuja configura9ao nos pode proporcionar dados uteis nao s6 quantitativos como tambem qualitativos (Fig.5 a,b,c, e d)
A Fig.5a mostra uma Resistance normal, 5b mostra uma obstru9ao br6nquica homogenea, 5c mostra uma obstru9ao br6nquica e bronquiolar com fen6meno valvular expirat6rio e 5d mostra uma obstru9ao apenas na fase inspirat6ria prova-velmente por traqueomalacia.
Para percebermos bern como e que se origina a "ansa de debito-pressao" e util tentarmos ver como estas coisas se processam no espa9o (Fig.6).

Fig 4 - Aspecto de urn registo simultanco das variac;oes de debito (V') e de prcssao. num ciclo rcspirat6rio

364 Vol. VII N

2
' 4-5 Julho/Outubro 2001

.1 V inspira<;:ao

a. expira9ao

.1P

+

XVI CONGRESSO DE PNEUMOLOGIA!fEXTOS

-7-

if-

Fig 5 - Ansa de presssao- (a) aspecto normal; (b) obstru'<ao bronquica homogcnea; (c) obstru'<ao bronquica c bronquiolar com fen6meno valvular expirat6rio;
(d) obstru'<ao predominantemente inspirat6ria (vcr descri'<ao no texto)

I

Fig 6 - Proj ec'<ao da ansa de debito (inspirat6rio - I; expirat6rio - E) num plano sagital

Se o plano em que se registou o debito (V') represcntado na Fig.4, for colocado em posiyao frontal nos veremos a projecc;ao da ansa que repre-senta V' como urn trac;o I-E.
Se agora colocannos a ansa de pressao alveolar apresentada na Fig.4 em posic;ao frontal, mas hori-zontal (Fig.7) veremos que a linha 1-E se desvia na inspirac;ao para a direita (lado negativo) e na expi-

Julho/Outubro 2001

rac;ao para a esquerda tal como se representa na Fig.7. Na Fig.8 chegamos finalmente ao aspecto da ansa de debito/pressao, a partir de ambas estas componentes.
A pletismografia corporal possibilita-nos ·tam-bern a determinac;ao do volume de gas intratoraci-co (VGIT), ou seja, do volume do pulmao em repouso.

Vol. VII N

2
' 4-5 365

REVISTA PORTUGUESA DE PNEUMOLOGJA/XVI CONGRESSO DE PNEUMOLOGIA

1

exp tnsp

Fig 7 - Projccr;ao da ansa de pressao num plano horizontal

Fig 8- Evolur;ao da ansa de debito/pressao no espar;o (esquema), e sua dccomposi-r;ao nas ansas separadas de debito (V') c de pressao (P A)

Utiliza-se para esse fim a lei de Boyle-Mariotte. Esta lei, como recordamos, diz-nos que urn gas fechado num recipiente em condi<roes isotermicas, o produto do seu volume pela pressao que exerce mantem-se constante mesmo que varie a capacida-de do recipiente que encerra esse gas.

V x P = V'P' (Lei de Boyle-Mariotte)

Na Fig.9 esquematizamos o princlpio em que se fundamenta a medi<rao do VGIT.
0 doente introduzido no pletism6grafo respira de infcio livremente atraves do pneumotac6grafo ou do espir6metro termico (cabina da esquerda). 0 volume "V" que permanece no pulmao no final de uma expira9ao corresponde ao volume de gas intratonkico (VGIT) a determinar.

366 Vol. VII N2

' 4-5 Julho/Outubro 2001

XVI CONGRESSO DE PNEUMOLOGIA!fEXTOS

p P'

cv -

(9

Fig 9 - Determinacao do volume de gas intratoracico (VGIT) pclo metoda plctis-mogr:lfico (ver descricao no texto)

Precisamente no final da expirac;:ao (cabi na da direita) acciona-se uma valvula que cortu o debito aereo momentaneamente. Diz-se ao doente para continuar a fazer ligeiros movimentos inspirat6rios e expirat6rios contra essa valvula. Na inspirac;:ao o t6rax distende-se e o volume pulmonar passu de V a V + tlV = V'. A pressao alveolar que com a val-vula aberta era igual a atmosferica (P), neste pequeno movimento inspirat6rio dimin ui de P para P - tlP = P'. Simultaneamente a pressao na cabina aumentou em correspondencia com o aumento do volume tl V. Com um calculo matematico relati-vamente simples pode entao determinar-se o valor do Y (YGIT).
Assim vemos que a Pletismografia Corporal possibilita nao so a medic;:ao das resistcncias acreas com o doente a respirar de forma fisiol6gica, sem recorrer ao artiffcio da expirac;:ao forc;:ada, como tambem a determinac;:ao facil do volume de gas intratoracico.
No que respeita as resistencias aereas a pletis-mografia corporal, alem da informac;:ao quantitati-va, proporciona-nos uma informac;:ao qualitativa atraves da observac;:ao das ansas de debito-pressao registadas. Apontam-se geralmente como grandes inconvenientes deste metodo OS seguintes: elevado custo do equ ipamento necessaria

Jul ho/Outubro 200 I

em comparac;:ao com o prec;:o dos equipa-mentos para espirometria simples. impossibilidade de realizar exames em consulta ou a cabeceira do doente no

hospital.
a falta de sensibilidade para detectar alte-rac;:oes a nfvel das pequenas vias aereas perifericas.
a menor reprodutibilidade dos valores registados em comparac;:ao com os da espirometria.
Quanto ao custo do equipamento, pensamos que na actualidade ja nao e tao elevado como se afirma. Parece-nos alem disso um argumento falacioso e sem fundamento, ao levar em conta a informac;:ao que nos proporciona, comparativamente a prove-niente da espirometri a simples.
No que respeita a impossibilidade de dcslocar o equipamento ao doente e de facto uma desvantagem real. Mas isso sucede tambem com outros tipos de exame como por exemplo a Tomografia Axial Computarizada, a Cintigrafi a Pulmonar, etc ...
Ja no que se refere a falta de sensibilidade para detectar alterac;:oes das pequenas vias acreas perifc-ricas, e tambem a menor reprodutibilidade, o nosso desacordo e total.
Se se regista a ansa de debito-pressao na expi-

Vol. VII Nll' 4-5 367

REVIST A PORTUGUESA DE PNEUMOLOGIA/XVI CONGRESSO DE PNEUMOLOGIA

tal como sucede com a ansa de debi-

to-volume, verificaremos que tambem com esta
tecnica conseguimos detectar das
pequenas vias aereas perifericas com a vantagem
de que podemos registar alem de volumes e debitos
tambem a pressao alveolar, sendo as ansas regista-das bastante caracterfsticas (Figs. 10 e 11).

No que se refere a tao propalada maior reprodu-tibilidade da espirometria, em com a ple-tismografia, em nossa opiniao esta ultima tecnica e tao reprodutfvel de doente para doente ou mais ainda do que a espirometria. 0 que sucede e que os resultados obtidos por espirometria sao mais mon6tonos do que os obtidos por pletimosgrafia.

368

6 Debito (Us) Prcss:io na boca (kPa) .S

· I

·2 ·2

· 3
-4

· 6
Diferen-;a de voh1me (mL)

Fig 10- Ansa de debito/pressii.o (Raw), durante a num individuo normal

6 Debito Pre:.s1\o na boca (k Pa) $

· I

.:

de \'Oiume (mL)

Fig 11 - Ansa de debito/pressii.o (Raw), durante a num individuo com das pequenas vias aereas perifericas

Vol. VII N2

' 4-5 Julho/Outubro 2001

Na verdade a varia9ao da Resistance de doente para doente e bastante maior do que aquela que se obtem por registo do VEMS. Mas no mesmo doen-te a reprodutibilidade daquele parametro e igual ou ate maior do que este ultimo.

A OSCILOMETRIA DE IMPULSO

A Oscilometria de lmpulso e uma nova versao da Tecnica das cujo estudo e aplica9ao leva ja 25 anos de tendo sido iniciada por Dubois et al. em 1956, como metodo oscilometrico para mcdida das proprieda-des medinicas do pulmao e t6rax.
Estes estudos basearam-se em teorias, ate entao exclusivamente aplicadas a electricidade e a que, na ocasiao, foi dada menos importancia, pela pre-ponderancia da redescoberta da pletismografia nes-

se mesmo ano.

A evolu9ao de conceitos foi imensa ate a actua-lidade, e para ela contribuiram muitos nomes, como Karl Muysers, Tanabe, Grimby e Smith, que analisaram a tecnica das frequencias unicas. Segui-ram-se, posteriormente, variados estudos e melho-ramentos da tecnica por investigadores como Pres-lin, Dorkin, Fan·e e Jackson.
As primeiras recomenda96es para Srandards Tecnicos, que permanecem em vigor, surgem publicadas em 199 1. Os primeiros estudos clfnicos, com vista ao diagn6stico diferencial precoce de varias doen9as pulmonares foram de autoria de Van Noord (1990), Kobayashi, Preslin e outros. Parece certo que foi procurado e existe um paralelismo nftido entre os componentes do modc-lo mecanico adoptado e os componentes electricos com ele identificados (Modelos electro-mcdinicos). A descri9a0 da analise da mecanica pulmonar no ambito de uma tarefa ffsica e mate-Imitica obriga os autores a trata-la como um fluxo gasoso peri6dico num complexo sistema elastico de cavidadcs.

Julho/Outubro 200 I

XVI CONGRESSO DE PNEUMOLOGIA!l'EXTOS

Principio do Metodo

Convem tambem notar que, enquanto os restan-tes metodos usados para a avalia9ao da Mecanica Ventilat6ria (Pletismografia,Tecnica de Oclusao, BaHio esofagico, etc ...), usam os musculos respirat6-rios como fonte de for9a, a Oscilometria de lmpulso usa um gerador extemo de impulsos (altifalante) com a finalidade de gerar oscila96es de fluxo, que, sobrepondo-se a ventila9ao espontanea normal, permitem analisar as respectivas rcspostas de de pressao c dcbitos a estes impulsos.
Na pnitica, o doente respira ar ambiente atraves de um pncumotac6grafo, uma em "Y" e uma resistencia terminal com efeito insignifi-cante na respira9ao, como se ve num exemplo (Fig.l2) (equipamento da firma Erich Jaeger, Wurzburg, Alemanha). Neste metodo usa-se um gerador externo de impulsos eonstitufdo por um altifalante, que, por deflexao da sua membrana gera um estfmulo pulsatil, ou pulsa9ao de pres-sao/debito (frequencias de S a 35 Hz), que desen-cadeia a respectiva resposta pulmonar, que sera registada.
Existem dois transdutores, um de debito (V') total e outro de pressao bucal (P) total conecta-dos ao pneumotac6grafo, que permitem o tra9ado em ventila9ao espontanea (0,2 a 5Hz) e, posterior-mente, da curva debito/volume, a que se irao sobrepor os sinais do impulso do altifalante, sepa-rados dos da respira9ao espontanea por fi ltra9ao de sinal.
Esta tecnica determina um parametro base, que e uma resistencia complexa e que se denomina Impedancia respirat6ria ("Z").
Esta resistencia rcspirat6ria complexa, varian-do em fun9a0 de varias frequencias, denomina-se Impedancia ("Z"), que, como a seguir sera referi-do, tem duas constituintes, a Resistencia ("R") e a

Rcactancia ("X"). E esta ultima constituinte ("X") que e representativa da verdadeira Resistencia das vias aereas mais perifericas, pois delas depende essencialmente.

Vol. Vlf N Qs 4-5 369

REVISTA PORTUGUESA DE PNEUMOLOGIA/XVI CONGRESSO DE PNEUMOLOGIA

Fig 12- Esquema de por oscilometria de impulso, da impedancia (Z-conjunto complexo de resistencias determinadas ap6s da corrcnte
acrca a uma gama de frequcncias produzidas no altifalante - U) num aparc-
lho fabricado pela firma Erich Jaeger

A Fig.l3 permite-nos, igualmcnte, ter uma ideia
dos limites de avaliac;ao da Resistencia das vias aereas que cada urn dos diferentes metodos con-vencionais de estudo da func;ao respirat6ria abran-gem, em comparac;ao com o metodo da Oscilome-
de Impulso.
Assim a Resistencia pletismognifica (R.Total) abrange a Resistencia central e apenas cerca de

metade da area das Resistencias pcrifcricas, nao permitindo a sua individualizac;ao quantitativa. Ja acima foi referida esta limitac;ao do metodo. S6 o registo da ansa da resistencia durante a respirac;ao forc;ada pode obviar, em parte, esta ausencia de debito nas vias aereas de pequeno calibre, a periferia do sistema respirat6rio.

370

A Resistencia por Oclusao abrange a Resis-

R extrator•

R central

R pcrifl•rica

R tortkfca

Fig 13- esqucm:itica da cficicncia dos varios mctodos na regional das vias respirat6rias: oscilometria de impulso- lOS - resistcncia a 5 hertz (R5)/Plctismografia (Rtot)/Oclusao (Roci)/Baiao csof:igico (Rpul)

Vol. VII N2

' 4-5 Julho/Outubro 2001

extratoracica, Resistencia central e cerca
de metade das resistencias perifcricas, permitindo quantifica-las. E no entanto urn metodo com mui-
tas e artefactos.

A Resistencia por balao esofcigico pcnnite ava-li ar as Resistenc.:ias centrais e perifcricas c a resis-tencia puln1onat-. No entanto prccisa de recorrer a tC:cnicas invasi,·as. que incluem a e tor-na-se assim diffcil de repctir e de normalizar. Apenas as tccnicas de
nomcadamcnte a Oscilometria de Impulso, ahrangem todo o sistema respirat6rio, rcgionali-zando c quantilicando a sua Rcsistcncia aos seus diferentes nivcis (Rtotal lOS).
Ja rcfcrimos que, como na zona mais perifcrica das vias nilo ha debitos, nao ha Rcsistencias. Oeste modo, apcnas por n.:sposta de prcssao e debito produzidas pd o gera-
dor externo de impulsos (altifalante) sc pode, com a tl.!cnica da lOS. avali ar a zona mais profundae pcri-fcrica do pulmiio, scndo a Capacitancia pcrifcrica
- reactancia a frequencia de 5 Hz (XS) o unico parfunctro que actualmentc nos pcrmitc caracterizar cssa zona pcrifc rica mais profunda.

XV I CO:-\GRESSO DE Pf\EUY10LOG IAffEXTOS

A Fig. l4 representa, esquematicamente, as vias aereas desde a sua zona central afunilada a sua

zona perifcrica de base alargada. Enquanto que as resistencias centrais (90%) pod em ser rna is facil-mcntc mcdidas pdas tecni cas convencionais, como a Plctismografia. Tccnica de Oclusao, e Balao eso-fagico, a resistencia que corresponde efectivamente as ,·ias al.!rcas mais peri fcricas(I Olk-) nao pode ser mcdida por aquclcs metodos, como vimos no ante-rior paragrafo.
A Oscilometria de Impulso permite com urn artefacto, ja referido, medir estas resistencias pela ··. ombra"' a ernissao de impulses pulsateis ori-gina quando encontra obstaculos, dando ocasiao a uma resposta sob a forma de pressoes e debitos de impulso.
Quanto mais agudo foro som ernitido pelo alti-falante. mcnor e 0 scu alc.:ance na arvore rcspirat6-ria, e assim, esta gama de frequcncias representa a rcsistencia das vias acrcas proximais, como se rcprcsenta para a rcsistcncia a 20 Hertz (R20). Para a gama de sons graves (de baixa frequen-cia) o alcance e rnaior. Para o compreendermos basta relcmbrannos o caso vul gar do som potente

i l Ext rat
R20

Rcsistencia I

Proximal

Rcsistcncia
Total

Fig Rcprescnta<;ao tc6rica da n:la<;ao das rcsi. tcncias com as variavcis calculadas na o. cilomctria de impulso

Julho/Outubro 200 I Vol. VII 371

REVISTA PORTUGUESA DE PNEUMOLOGIA/XVI CONGRESSO DE PNEUMOLOGIA

de urn amplificador: se nos afastarmos dele, mes-
mo atraves de paredes, ainda podemos sentir o rit-
mo dos instrumentos de baixa frequencia, como o
bombo da bateri a ou o ritmo da guitarra baixo,
embora ja nao distingamos a melodia, ou os sons
agudos da voz ou do solista.
Sao estes sons de baixa frequencia que se asso-ciam as resistencias das vias distais (a mais repre-sentativa e R5, como na Fig.l4 se referia). A com-ponente imaginaria X5 representa a capacidade de absorver a deste mesmo tipo de sons; e essa capacidade, s6 afectada por extensas lesoes, devido a enorme periferica das vias aereas, que se designa por capacitancia periferica - asso-ciada cada vez mais, por questao de
a reactancia a 5 Hz- X5.

A lmpedancia " Z ", calculada segundo a for-mula

Z = R + jX

em que a Resistance ("R") e a Reactancia ("X") se adicionam, sendo a primeira consumidora de

Rcprodut 1do

I Z=R+jX lmpedancia

energia (lnertiva) e a segunda acumuladora de energia (capacitiva), como ja deixamos entender. Na Fig. l5 estes parametres sao representados nos eixos das ordenadas "Y", nos quadros a esquerda e a direita, respectivamente. A linha pon-teada define, em ambos os quadros, os valores de referencia, limite da normalidade. No eixo das abcissas "X" estao representadas as frequencias em Hertz de 5 a 35 (FHZ), definindo RS ou Resis-tencia Total das Vias aereas e R20 ou Resistcn-cia central das Vias aereas. A Resistencia Peri-

fcrica corresponde a numerica entre a RS e a R20, que neste cxemplo e muito pequena, relativamente, o que e normal (ja acima mencio-namos que as resistcncias perifericas costumam ser apenas cerca de 10% da resistencia total).
A inertiva da Reactancia aumenta com
a Frequencia, e a capacitiva diminui. Este parametro, ao contnirio da resistcncia que e sempre positiva, por ser uma componentc real, pode ser positiva ou negativa. Se unirmos os valores das reactancias nesta gama de frequencias, obtem-se uma linha oblfqua que cruza a linha que representa

Reactancia X(F)
-Aonazenagem de Energia-

X5 Capacitincia Distal
Fres Frequencia Ressonante

Fig IS- tc6rica da das rcsistcncias aereas com as variavcis calculadas na oscilomctria de impulso

372 Vol. VII N!!' 4-5 Julho/Outubro 2001

a neutralidade (eixo "0"). Acima desta linha, temos a Inertancia (" I") - movimento da coluna de ar na arvore bronquica e, abaixo desta linha, a Capacitancia periferica, de que e paradigma XS (elasticidade toracopulmonar e varia9ao do volume pulmonar).(Valor normal;::::- 0.2KPallls).
0 ponto de encontro desta linha obliqua com a

l O ill

. IUtori;o:ac;ao

XVI CONGRESSO DE PNEUMOLOGIA!fEXTOS

linha de referencia define o valor da Frequencia de Ressonancia (Fres).
Nas duas Figuras que agora vamos comentar, pode observar-se o espectro da impedancia em duas situa96es diferentes de obstru9ao: central (Fig.16) e de obstru9ao periferica (Fig.17) das vias aereas. Na Fig.l6, verifica-se uma subida nfti-

X5 normal

Fig 16- Obstrur;ao central

Rcprodut.iJ o

i X5 diminuida

Fig 17 - Obstrur;ao pcriferica

Julho/Outubro 2001 Vol. VII N2

' 4-5 373

REVISTA PORTUGUESA DE PNEUMOLOGIA/XVI CONGRESSO DE PNEUMOLOG IA

dada Resistencia das vias aereas a 20Hz (central), pediatria, em c uidados intensivos, em rastreios de com normali dade da Reactancia (XS). A interpre- popularroes normais ou de risco, e e m investigarrao, tarrao do modelo (canto superior esquerdo) permite transmitem-nos alguma legftima expectativa que confirmar o que foi dito, com sinais de obstrurrao este mctodo classico-novo se revelc complementar predomi nante (setas vermelhas, maiores ao nfvel em relarrao aos metodos a que hoje recorremos em central). uso regular.
Na Fig. 17, a situarrao e oposta, com predomfnio
da obstrurrao perifcrica, manifestada por elcvarrao
do valor da R5, com valores muito baixos da reac-
tancia XS, confirmada na representarrao grafica do
modelo (setas vermelhas maiores no sector perife-
rico). Note-se que o valor da Frequcncia de rcs-sonancia (Fres) se desloca francamente para a direita, encontrando-se portanto aumentada, com esta Jocali zarrao periferica da obstrurrao.
Nao cabendo no ambito desta exposi9ao uma demonstrarrao muito mais profunda, ha que con-cluir todavia que a detenninarrao das resistcncias aereas, por qualquer dos metodos, e sobretudo mediante aqueles a que neste artigo nos referimos, proporciona uma serie de oportunidades que nos sao oferecidas.
Sobretudo atraves destes novos metodos de determinarrao das resiste ncias aereas, esta avali a-rrao torna-se simples e realizavel att·aves de apare-lhos portateis e j a relativamente baratos, fazendo deste metoda 0 alvo de alguma expectativa futura. Os resultados que vem sendo publicados em

BlBLIOGRAFIA

1. CHERNIACK RM. "Pulmonary f unction Testing" Wn Saunders Co, Philadelphia 1977.
2. DUBOIS AB, BOTELI 10 H-1. COM ROE H-1. "A New Method for Measuring Airways Rcsistancc in Man. Us-ing a Body Plethysmograph: Values in Normal Subjccts and in Patients With Respiratory Disease" J Clin Invest 1956: 35: 327.

3. HUGH ES JMB, PRIDE NB. "Lung Function Tests" WB Saunders, London 1999.
4. PAES CARDOSO. REfS FERREIRA JM. -"Oseilomctria de impulse - novo metod(; de avalia\ao da fun,.ao respirat6ria" Rev Port Pneumol I 998:.IV (2): 175-205.
5. SMITII 11-J. VOGEL J, ARNOLD J. EICIILER R. "Impulse Oscillometry for Early Diagnosis of Obstructi-
ve Airway Disease" E Jaeger-Toennies, Wurzburg 2000.
6. ULMER TW, REICHEL G, NOLTE D. "Die Lungen-
funktion" Georg Thieme, Stuttgart 1970.
7. VOG EL J, SM IDT U. ''Impulse Oscillometry-Analysis of
Lung Mechanics in General Practice anclthe Clinic. Epi-
demiological and Experimental Research' ' pmi Pub!
Group, Frankfurt am Main 1994.

374 Vol. VII Nll' 4-5 Julho/Outubro 200 I