
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI

RENDICONTI

EMILIO AGOSTONI, PIERO MOGNONI, GIORGIO TORRI

Relazione tra le variazioni di volume polmonare e di circonferenza toracica

Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 36 (1964), n.1, p. 90-94.

Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1964_8_36_1_90_0>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)*

SIMAI & UMI

<http://www.bdim.eu/>

Fisiologia. — *Relazione tra le variazioni di volume polmonare e di circonferenza toracica* (*) (**). Nota di EMILIO AGOSTONI, PIERO MOGNONI e GIORGIO TORRI, presentata (***) dal Socio R. MARGARIA.

In questa ricerca si è studiata la relazione tra le variazioni di volume polmonare e quelle di circonferenza toracica, al fine di fornire alcuni elementi necessari per un'analisi delle curve volume-pressione delle diverse parti del sistema toracico (gabbia toracica, diaframma, addome) e dell'azione dei muscoli respiratori. Infatti per la complessità di questo sistema una stessa variazione di volume polmonare è accompagnata da spostamenti della gabbia toracica e dell'addome che variano notevolmente in rapporto al volume ed alla condizione del sistema.

Le variazioni di volume erano rilevate da uno spirometro e registrate, tramite un sistema potenziometrico connesso alla carrucola dello spirometro, su un oscillografo. Le variazioni di circonferenza erano rilevate da un trasduttore mecano-elettrico a variazione di resistenza, costituito da un tubicino di gomma pieno di mercurio posto intorno al torace all'altezza della giuntura sterno-xifoidea; esse erano registrate sull'oscillografo simultaneamente alle variazioni di volume. I rilievi erano eseguiti alla fine di una inspirazione o di una espirazione, quando cioè il flusso era nullo. Gli esperimenti sono stati eseguiti su 9 soggetti maschi in posizione eretta, seduta e supina. Nella Tabella I sono riportati i dati di età, altezza e peso corporeo dei soggetti esaminati. In quattro soggetti le misure in posizione eretta e seduta sono state ripetute in tre giorni diversi: la deviazione standard della media delle variazioni di circonferenza è risultata inferiore al 5%.

Nella Tabella II sono riportati: *a*) i valori della capacità vitale (VC) e della riserva espiratoria, espressa in % di VC; *b*) i corrispondenti valori di variazione di circonferenza toracica; *c*) i valori di circonferenza toracica ai limiti della capacità vitale e al volume toraco-polmonare di riposo (V_r , fine espirazione spontanea).

Dai dati della Tabella II appare che a valori simili di riserva espiratoria, espressi in percento della capacità vitale, corrispondono variazioni di circonferenza, espresse in percento della variazione totale, diversa da soggetto a soggetto. Queste differenze indicano che le caratteristiche meccaniche della gabbia toracica possono differire notevolmente anche nei soggetti normali.

(*) Dall'Istituto di Fisiologia umana dell'Università di Milano.

(**) Questa ricerca è stata eseguita con il contributo dell'Aerospace Medical Research Laboratories, MRMPA, tramite l'Ufficio Europeo dell'Aerospace Research, U. S. Air Force, e dell'U. S. Public Health Service, Grant RF 15.

(***) Nella seduta dell'11 gennaio 1964.

Differenze nei valori delle variazioni di circonferenza a V_r indipendenti dal valore di V_r si possono riscontrare anche nei dati di Wade [2].

TABELLA I.

Età, altezza e peso dei soggetti esaminati.

Soggetti	Età anni	Altezza m	Peso kg
P.M.	27	1,96	83
F.S.	23	1,73	65
G.T.	27	1,68	57
P.C.	22	1,81	71
P.G.G.	21	1,70	67
F.C.	22	1,67	60
P.A.	31	1,72	55
E.V.	23	1,76	68
P.G.	22	1,65	54
Media	24	1,74	64
± E.S.	± 1	± 0,03	± 3

I valori medi di variazione totale di circonferenza e la percentuale corrispondente al volume di riposo sono in accordo con i dati ottenuti da Wade [2] su 10 soggetti in piedi e supini.

Passando dalla posizione seduta a quella eretta il volume toraco-polmonare di riposo aumenta di 1,3 % della VC, mentre il corrispondente valore di circonferenza diminuisce da 86 a 84,6 cm, cioè ca 18,2 % della variazione totale di circonferenza in posizione seduta. Quindi a V_r il diaframma in posizione eretta è più basso che in posizione seduta; questo spostamento è dovuto alla diminuzione della pressione subdiaframmatica, conseguente all'aumento della distanza torace-bacino. D'altra parte la riduzione della circonferenza toracica che si ha in posizione eretta dovrebbe comportare un aumento notevole della forza di espansione della gabbia toracica; dato che il volume polmonare e quindi la forza di retrazione del polmone è circa uguale nelle due posizioni, l'equilibrio in questa zona del sistema può sussistere solo se la forza di espansione della gabbia toracica nel soggetto in piedi è ridotta da qualche fattore legato alla posizione. Ciò è probabilmente dovuto: a) alla diversa azione dell'addome sulla gabbia toracica; b) al tono di alcuni muscoli antigravitari, necessariamente presente quando il soggetto è in piedi.

TABELLA II.

Variazioni del volume polmonare e della circonferenza toracica in posizione eretta, seduta e supina.

Posizione	Soggetti	N° esperimenti	Δ VOLUME		Δ CIRCONFERENZA		CIRCONFERENZE		
			Capacità vitale	Riserva espirat.	Totale	Riserva espirat.	Massima	Fine espiraz. spontan.	Minima
			L _{BRPS}	% VC	cm	% tot.	cm	cm	cm
ERETTA	P.M.	3	6,4	46,9	7,8	30,8	98,7	93,3	90,9
	F.S.	3	5,7	38,6	9,5	16,8	91,9	84,0	82,4
	G.T.	3	4,9	34,7	8,2	23,2	87,6	81,3	79,4
	P.C.	3	6,0	38,4	8,4	9,5	93,3	85,7	84,9
	P.G.G.	2	6,0	40,0	8,3	27,7	95,8	89,8	87,4
	F.C.	2	4,7	38,3	6,9	14,5	91,0	85,1	84,0
	P.A.	2	4,8	35,4	8,4	23,8	86,4	80,0	78,0
	E.V.	2	5,1	39,2	8,0	22,5	87,4	81,2	79,4
	P.G.	2	4,5	35,6	8,1	17,3	87,9	81,2	79,7
	Media ± E.S.			5,34 ± 0,19	38,5 ± 1,2	8,2 ± 0,2	20,7 ± 2,2	91,1 ± 1,4	84,6 ± 1,4
SEDUTA	P.M.	3	6,4	45,3	8,0	40,0	99,2	94,3	91,1
	F.S.	3	5,7	36,8	8,4	26,2	91,7	85,5	83,3
	G.T.	3	4,9	34,7	7,8	32,0	87,7	82,3	79,8
	P.C.	3	6,0	36,6	7,8	12,8	93,6	86,8	85,8
	P.G.G.	2	6,0	38,4	7,6	40,7	96,2	91,7	88,6
	F.C.	2	4,7	38,3	6,6	30,3	91,5	87,0	84,9
	P.A.	2	4,6	32,6	8,0	32,5	86,7	81,2	78,7
	E.V.	2	5,1	37,3	7,3	28,8	87,1	81,9	79,8
	P.G.	2	4,5	35,6	7,6	30,3	88,5	83,3	80,9
	Media ± E.S.			5,32 ± 0,23	37,3 ± 1,2	7,7 ± 0,2	30,4 ± 2,7	91,3 ± 1,4	86,0 ± 1,5
SUPINA	P.M.	2	6,3	25,4	8,1	35,8	98,5	93,3	90,4
	F.S.	2	5,6	19,6	9,4	25,6	94,0	87,0	84,5
	G.T.	2	4,8	22,9	8,5	23,6	89,3	82,8	80,8
	P.C.	2	5,8	22,4	7,5	20,0	94,9	88,9	87,4
	P.G.G.	2	5,8	22,4	8,1	32,1	96,7	91,2	88,6
	F.C.	2	4,6	21,7	6,5	26,2	91,2	86,4	84,6
	P.A.	2	4,5	24,4	7,7	18,2	86,5	80,2	78,8
	E.V.	2	4,8	29,2	7,9	35,5	90,9	85,8	83,0
	P.G.	2	4,4	20,4	7,5	21,4	88,0	82,1	80,5
	Media ± E.S.			5,17 ± 0,23	23,1 ± 1,0	7,9 ± 0,3	26,5 ± 2,2	92,2 ± 1,3	86,4 ± 1,4

Passando dalla posizione seduta a quella supina il volume di riposo diminuisce di 14,2 % della VC, mentre la circonferenza aumenta da 86,0 a 86,4 cm, cioè di 5,2 % della variazione totale in posizione seduta. L'effetto gravitativo dell'addome in posizione supina è opposto a quello in posizione eretta. Il diaframma si sposta cranialmente, comportando una riduzione di volume maggiore di quella polmonare, perciò la gabbia toracica si espande e la sua forza elastica diminuisce fino a bilanciare la diminuita forza di retrazione del polmone.

Le relazioni tra le variazioni di volume polmonare e di circonferenza toracica espresse in percento del totale, nelle tre diverse posizioni, sono illustrate nella figura. Per una variazione del 10 % della VC al di sopra di V_r ,

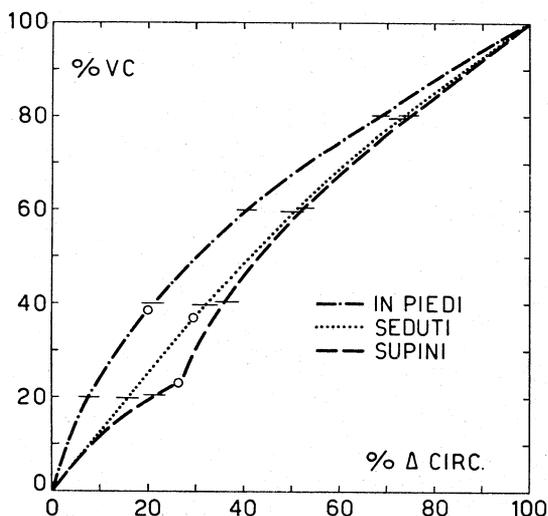


Fig. 1. - Relazione tra le variazioni di volume polmonare e di circonferenza toracica, espresse in percento del totale, in posizione eretta, seduta e supina.

I cerchi indicano il volume di riposo del sistema toraco-polmonare. Curve medie di nove soggetti; le barre indicano l'errore standard delle variazioni di circonferenza a diversi volumi polmonari. Per tener conto delle differenze nei valori di circonferenza nelle diverse posizioni (ved. Tabella II e testo) la curva «in piedi» va spostata a sinistra di circa l'8 % e quella «supini» a destra di circa il 9 %.

cioè nell'ambito della ventilazione spontanea a riposo, la variazione di circonferenza è maggiore in posizione seduta (8,5 % del totale) che in posizione supina (6 % del totale). Questo fenomeno indica che nell'ambito considerato, il contributo volumetrico del diaframma è relativamente maggiore in posizione supina; esso è verosimilmente dovuto alle seguenti condizioni che si attuano passando alla posizione supina: *a*) minor distensibilità della gabbia toracica (vedi contributo pressorio dato dalle diverse parti del torace in funzione del volume polmonare [1]; *b*) maggiore distensibilità della parete addominale [1]. Viceversa una stessa variazione di volume al di sotto di V_r provoca una variazione di circonferenza maggiore in posizione supina (15 % del totale) che seduta (8,5 % del totale); in questo caso infatti la disten-

sibilità del diaframma è notevolmente minore in posizione supina che in posizione seduta, e la minor distensibilità della gabbia toracica non è tale da compensarla [1]. Queste condizioni sembrano sufficienti a spiegare le diverse pendenze delle curve volume-circonferenza, in prossimità di V_r , in posizione seduta e supina; una modificazione riflessa dell'attività dei muscoli inspiratori non può essere esclusa, ma non si hanno attualmente elementi per prenderla in considerazione.

BIBLIOGRAFIA.

- [1] E. AGOSTONI e J. MEAD, *Statics of the Respiratory System*, in *Handbook of Physiology*, Section 3 Respiration, Volume 1. American Physiological Society, Washington D. C. (1964).
- [2] O. L. WADE, « J. Physiol. », 124, 193 (1954).