

IL MUSCOLO DIAFRAMMA. Biomeccanica e funzionalità nel normale e nel patologico.

Il diaframma è il principale muscolo inspiratorio. Per la sua posizione divide la cavità toracica da quella addominale formando il pavimento convesso su cui appoggiano cuore e polmoni.

Esso è costituito da una struttura tendinea centrale, detta CENTRO FRENICO, dalla quale si irradiano le fibre muscolari che, in base alla loro sede di inserzione, dividono il muscolo in due porzioni: una CRURALE o VERTEBRALE e una STERNO-COSTALE. (Figura 1-2).

I fasci della porzione crurale si dirigono verso le prime tre vertebre lombari, mentre quelli della porzione sternocostale rispettivamente al processo xifoideo e al margine superiore delle ultime sei coste.

La sua innervazione è data dal nervo frenico, C3 4-5. Vista lateralmente (Fig.2) la "cupola diaframmatica" discende più in basso posteriormente che anteriormente, con punto più alto nel centro frenico. La direzione craniale delle sue fibre fa sì che la loro superficie esterna si trovi in diretto contatto con la superficie interna della gabbia toracica, creando una zona detta di "APPOSIZIONE" (Fig.3).

Questa zona in un adulto a riposo e in posizione eretta corrisponde a circa il 30% dell'area totale della gabbia toracica ed è direttamente esposta alle variazioni di pressione addominale (Pab); la rimanente parte di gabbia toracica, apposta al polmone, è invece esposta alle variazioni di pressione pleurica (Ppl).

Sia l'inserzione che l'estensione della zona di apposizione del diaframma ne influenzano la funzionalità.

La sua contrazione, in condizioni di normalità, determina un aumento dei tre diametri della gabbia toracica:

- aumento del diametro verticale per abbassamento del centro frenico, dovuto ad un movimento a pistone della cupola con espansione della parete addominale anteriore dovuta all'aumento della pressione addominale, per spinta del centro frenico sull'addome;

- aumento del diametro trasverso e antero-posteriore della metà inferiore della gabbia toracica dovuti alla elevazione e rotazione esterna delle coste inferiori, per azione della contrazione, lungo l'asse cranio-caudale e fulcro sul centro frenico e addome, delle

fibre sterno-costali. All'espansione della parete toracica nelle sue tre dimensioni coincide la diminuzione della pressione pleurica e la conseguente insufflazione dei polmoni (INSPIRAZIONE).

Da un punto di vista anatomico-funzionale il diaframma è perciò un muscolo complesso, la cui capacità contrattile è legata ai seguenti fattori:

ESTENSIONE DELLA ZONA DI APPOSIZIONE.

Maggiore è la zona di apposizione e maggiore è l'azione del diaframma sull'espansione della gabbia toracica e quindi del polmone. Nell'iperinflazione polmonare l'estensione della zona di apposizione si riduce, la porzione di parete toracica esposta alla depressione pleurica aumenta e l'azione inspiratoria del diaframma diminuisce.

DIREZIONE DELLE FIBRE STERNO-COSTALI.

Se l'asse di contrazione di queste fibre è cranio-caudale il margine costale inferiore si eleva (azione inspiratoria); se l'asse di contrazione di queste fibre è trasversale il margine costale inferiore si restringe dando origine al segno di Hoover. Frequente è infatti la presenza del segno di Hoover in caso di enfisema polmonare con iperdistensione toracica, dove l'evoluzione della patologia comporta l'accorciamento e l'orizzontalizzazione delle fibre diaframmatiche.

LUNGHEZZA INIZIALE DELLE FIBRE.

Per la relazione tensione -lunghezza comune ad ogni muscolo scheletrico la forza che un muscolo può generare è direttamente proporzionale alla lunghezza del muscolo stesso. Le fibre del diaframma si trovano nel punto di maggior allungamento quando il polmone è a Volume Residuo (VR). L'accorciamento delle fibre del diaframma dell'enfisematoso è, pertanto, un ulteriore elemento che ne riduce l'efficienza contrattile. Anche la posizione del corpo influenza indirettamente la lunghezza delle fibre diaframmatiche: in posizione supina la cupola diaframmatica è posta in direzione craniale dal contenuto addominale, e quindi in posizione espiratoria; al contrario in stazione eretta, per effetto della gravità, il contenuto addominale tende in direzione caudale e la cupola in posizione inspiratoria; in decubito laterale è l'emicupola sottostante che tende alla posizione espiratoria, mentre quella soprastante alla posizione inspiratoria.

CONFORMAZIONE EMISFERICA DELLA CUPOLA.

In base alla relazione di Laplace, ($P=2T/r$), per una data tensione muscolare, la pressione diaframmatica sviluppata è inversamente proporzionale al raggio di curvatura. Anche in questo caso il diaframma piatto e orizzontale di un paziente iperinflato, con iperdistensione toracica, avrà scarsa forza contrattile.

AZIONE ANTAGONISTA-SINERGICA DEI MUSCOLI ADDOMINALI.

L'azione del diaframma per assurdo, sarebbe minore se non esistessero gli addominali. In inspirazione senza di essi il contenuto dell'addome si lascerebbe spingere verso il basso e in avanti dalla contrazione diaframmatica, ed il centro frenico non potrebbe prendere un appoggio solido permettendo così al diaframma di sollevare le coste inferiori. Non a caso nella paralisi dei muscoli addominali per patologie neuromuscolari è infatti diminuita l'efficacia ventilatoria del diaframma.

Esiste tra diaframma e addominali un equilibrio dinamico: in inspirazione la contrazione del diaframma aumenta e il tono degli addominali diminuisce; in espirazione la tensione degli addominali aumenta e il tono del diaframma diminuisce.

Se ne deduce, da quanto detto, che sia la posizione del corpo che il volume di riempimento polmonare influenzano, in modo significativo, l'efficienza contrattile e quindi la capacità inspiratoria di questo muscolo.

Quando nella funzionalità della pompa ventilatoria è il diaframma a mancare (come in caso di fatica e/o paralisi) abbiamo un rientramento della parete addominale in inspirazione e un paradosso addominale, a testimonianza del fatto che il lavoro inspiratorio è a carico della muscolatura toraco-cervico-brachiale della respirazione.

Quando nella funzionalità della pompa ventilatoria sono gli altri muscoli della respirazione a mancare (come in caso di tetraplegia o in alcune forme di patologia neuromuscolare), abbiamo un rientramento della parte superiore del torace in inspirazione (paradosso toracico), a testimonianza del solo lavoro inspiratorio diaframmatico. La funzionalità diaframmatica e degli altri muscoli respiratori può essere indagata con esami strumentali quali la rilevazione delle pressioni respiratorie massimali (MIP, MEP), l'elettromiografia, la rilevazione della pressione transdiaframmatica (Pdi), le prove di resistenza (endurance), la stimolazione del nervo frenico.

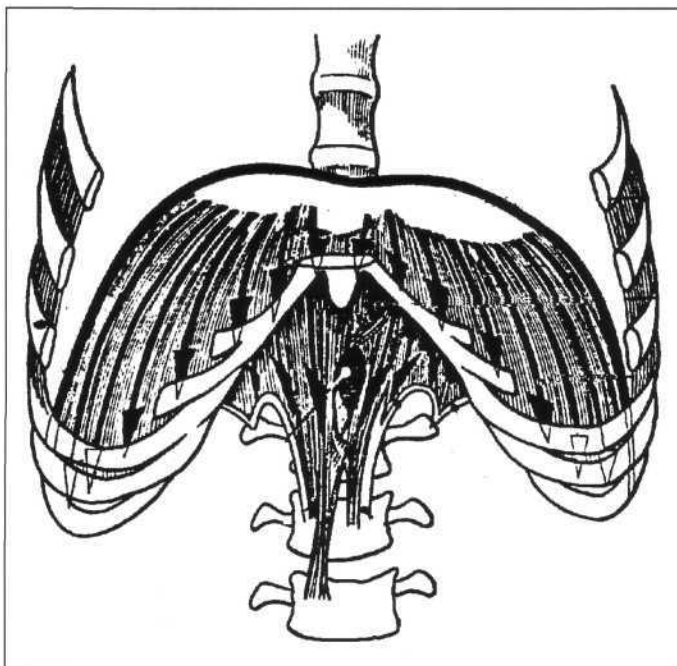


Fig. 1 - Visione antero-posteriore del diaframma.

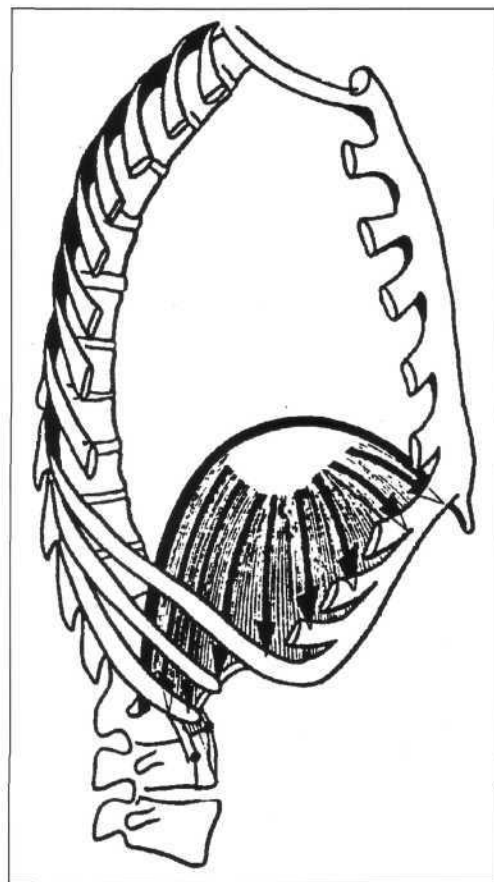


Fig. 2 - Visione laterale del diaframma

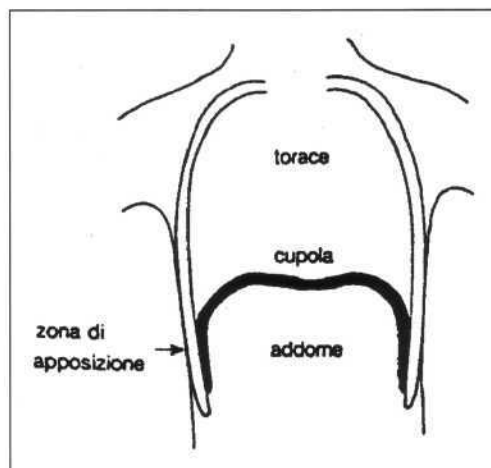


Fig. 3 - Rappresentazione grafica della zona di apposizione.

LETTURE CONSIGLIATE:

* "Fisiologia articolare" Schemi commentati di meccanica umana. Volume III° Tronco e Rachide. di I.A. KAPANDJI. Marrapese Editore Demi.

** Muscoli respiratori e patologia: valutazione e trattamento" a cura di C. Rampulla e N. Ambrosino Distribuzione: La Goliardica Pavese Editrice Internazionale.

* "Fisiopatologia e semeiotica funzionale della respirazione" di Luigi Marazzini- Raffaello Cortina Editore.

MONICA BASSI