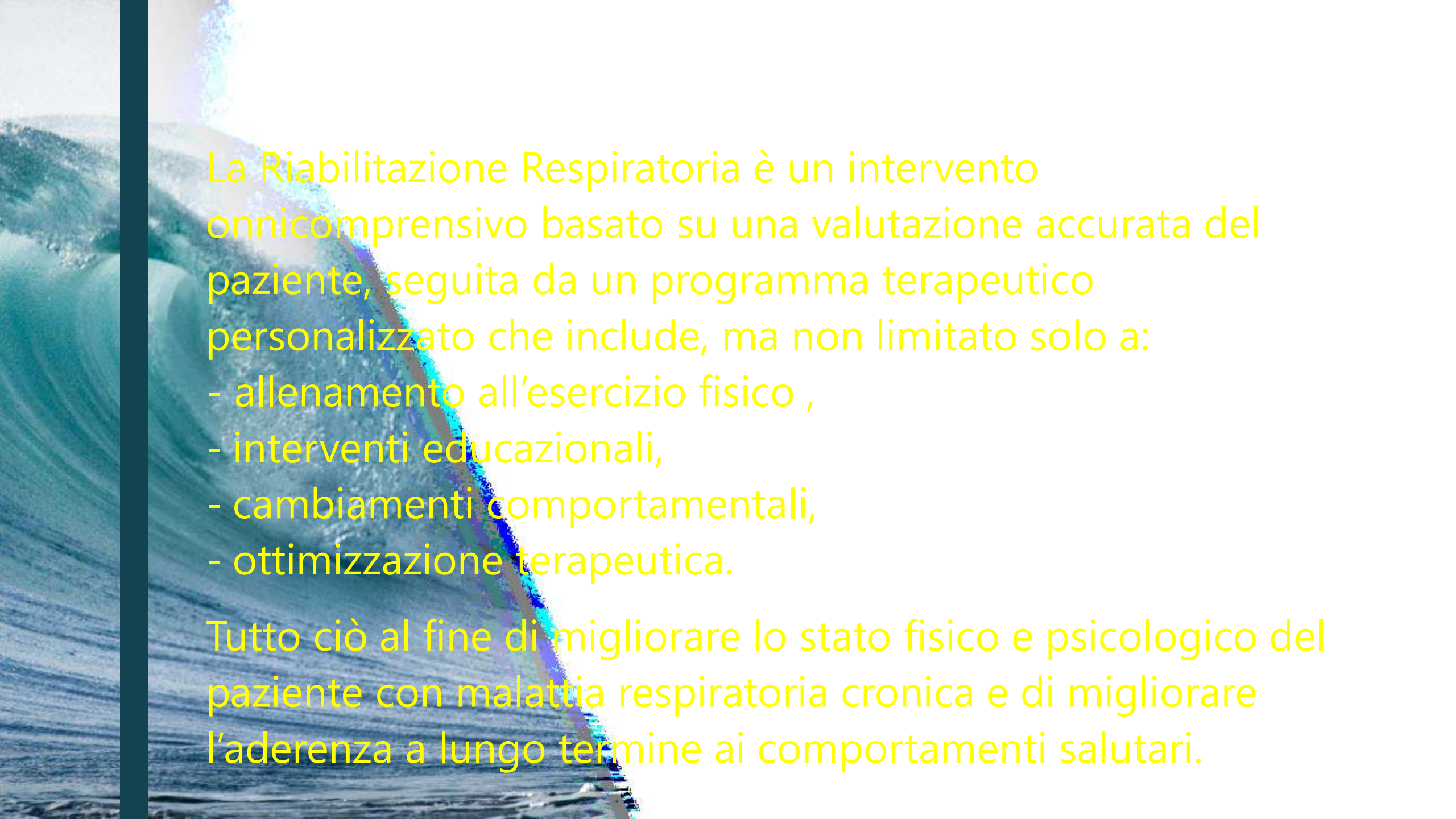




Principi teorici ed applicazioni pratiche della fisioterapia respiratoria

Giacomo Tonola
Terapista della
riabilitazione





La Riabilitazione Respiratoria è un intervento onnicomprensivo basato su una valutazione accurata del paziente, seguita da un programma terapeutico personalizzato che include, ma non limitato solo a:

- allenamento all'esercizio fisico ,
- interventi educazionali,
- cambiamenti comportamentali,
- ottimizzazione terapeutica.

Tutto ciò al fine di migliorare lo stato fisico e psicologico del paziente con malattia respiratoria cronica e di migliorare l'aderenza a lungo termine ai comportamenti salutari.

FISIOTERAPIA TORACICA:

più specificamente, rappresenta un insieme di tecniche mirate a rimuovere l'eccesso di secrezioni delle vie aeree, riducendo l'ostruzione delle stesse e le resistenze al flusso aereo, migliorando il lavoro respiratorio e gli scambi gassosi riducendo pertanto il discomfort e la dispnea, gli episodi flogistico- infettivi polmonari e prevenendo/risolvendo (spesso) atelettasie.

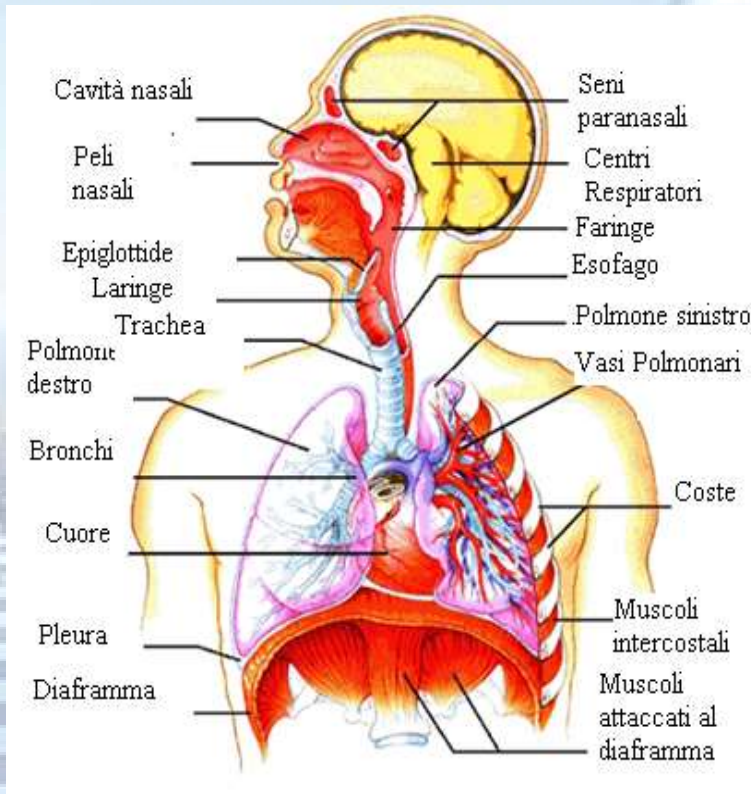
La funzione principale dell'apparato respiratorio è quella di garantire LA RESPIRAZIONE che ha lo scopo di assumere O₂ (Ossigeno) dall'atmosfera che entra nel sangue ed eliminare la CO₂ (Anidride carbonica) che lo lascia.

Permette:

- la regolazione del pH (acidità del sangue): cambia in base ai livelli di CO₂
- la fonazione: il passaggio dell'aria attraverso le corde vocali genera suoni e voce
- il ridere
- lo sbadigliare
- l'olfatto: quando l'aria attraversa il naso
- la protezione dai microbi prevenendo l'ingresso o allontanandoli
- termoregolazione: scambio termico con l'aria che transita nelle vie aeree



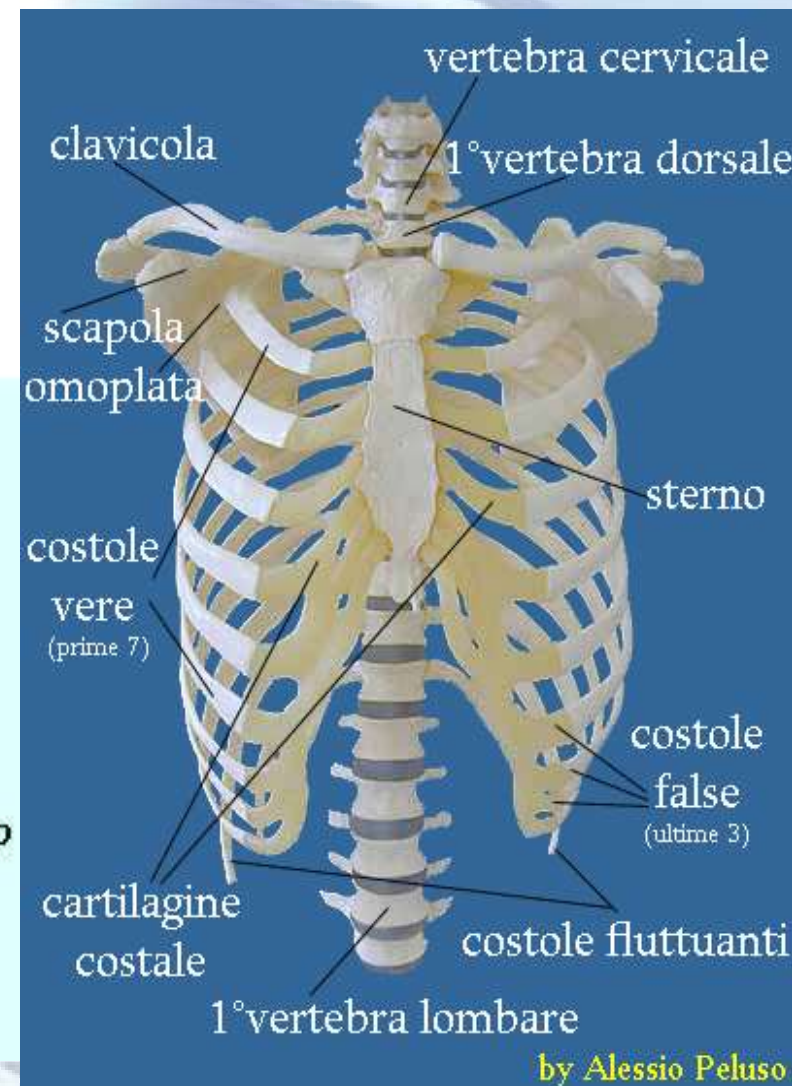
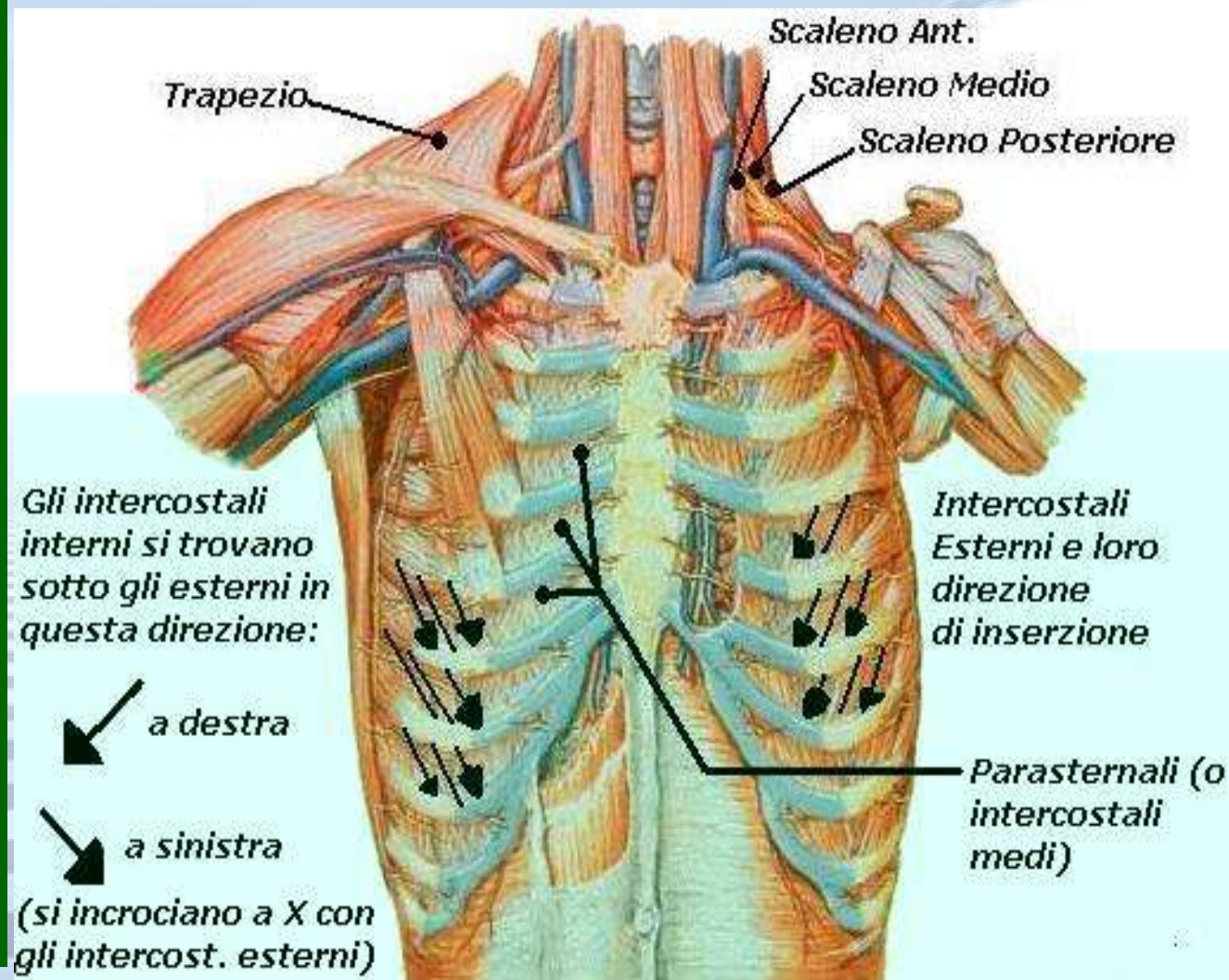
A N A T O M I A



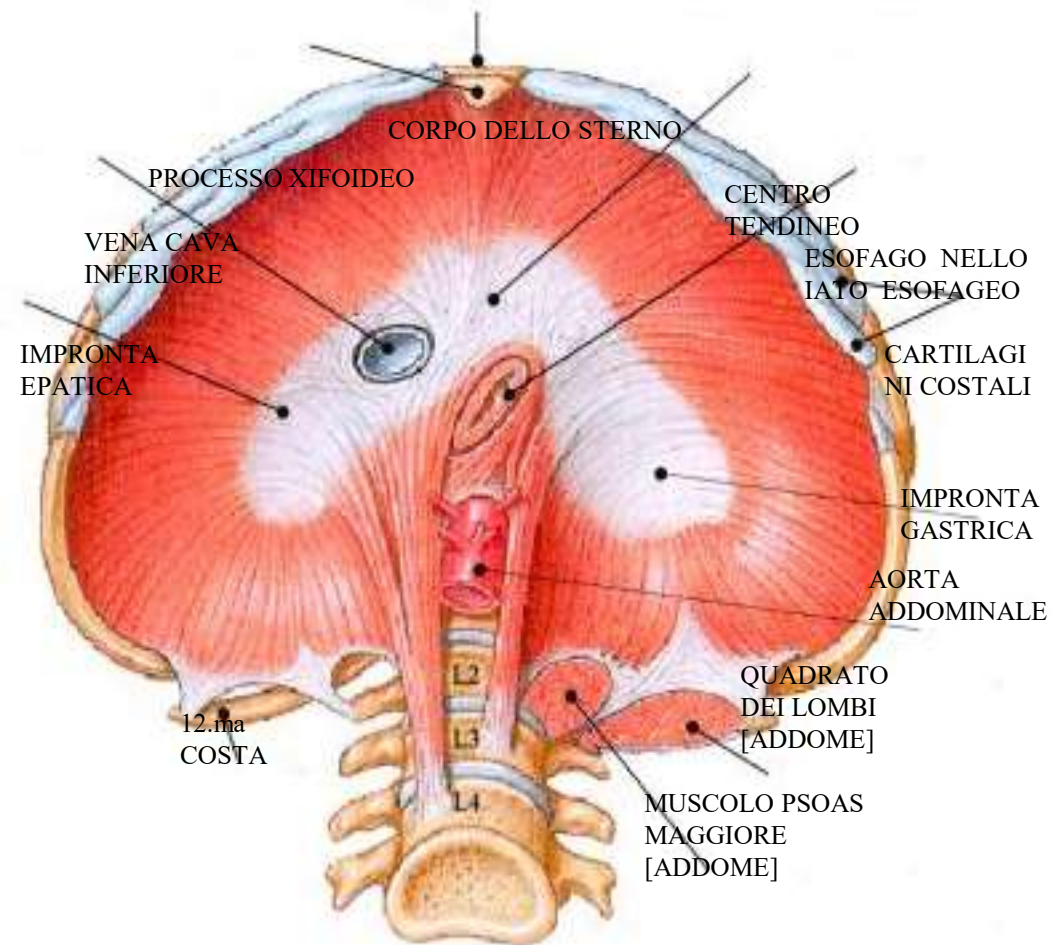
Strutture e organi

- ✓ NASO
- ✓ BOCCA
- ✓ LARINGE
- ✓ TRACHEA
- ✓ BRONCHI
- ✓ POLMONI
- ✓ GABBIA TORACICA
- ✓ MUSCOLI RESPIRATORI
- ✓ SISTEMA NERVOSO CENTRALE

GABBIA TORACICA



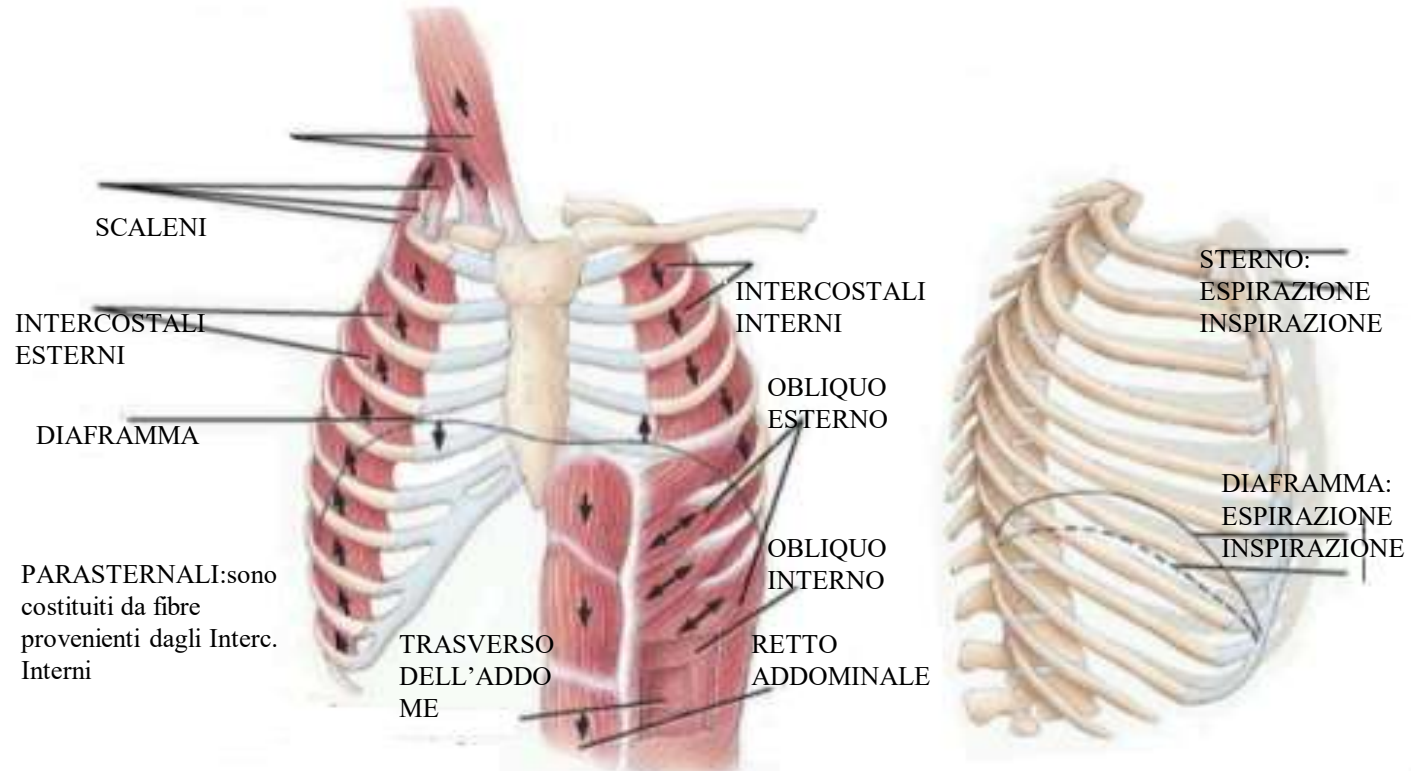
A
N
A
T
O
M
I
A



Radici
nervose
C3-C5

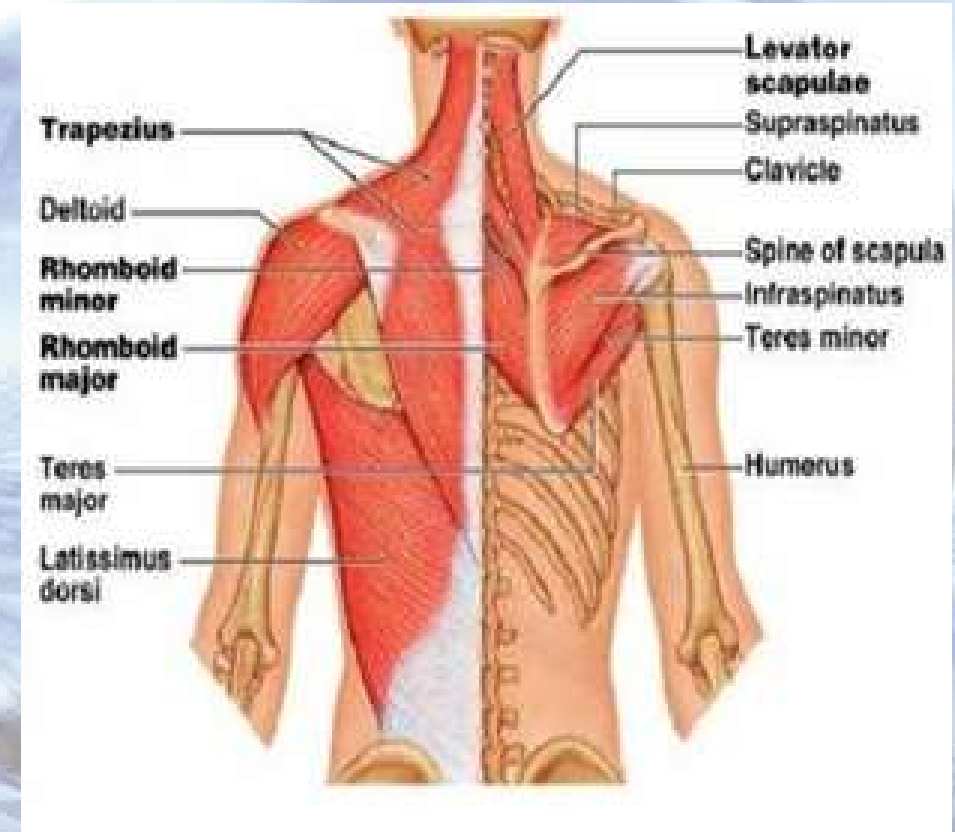
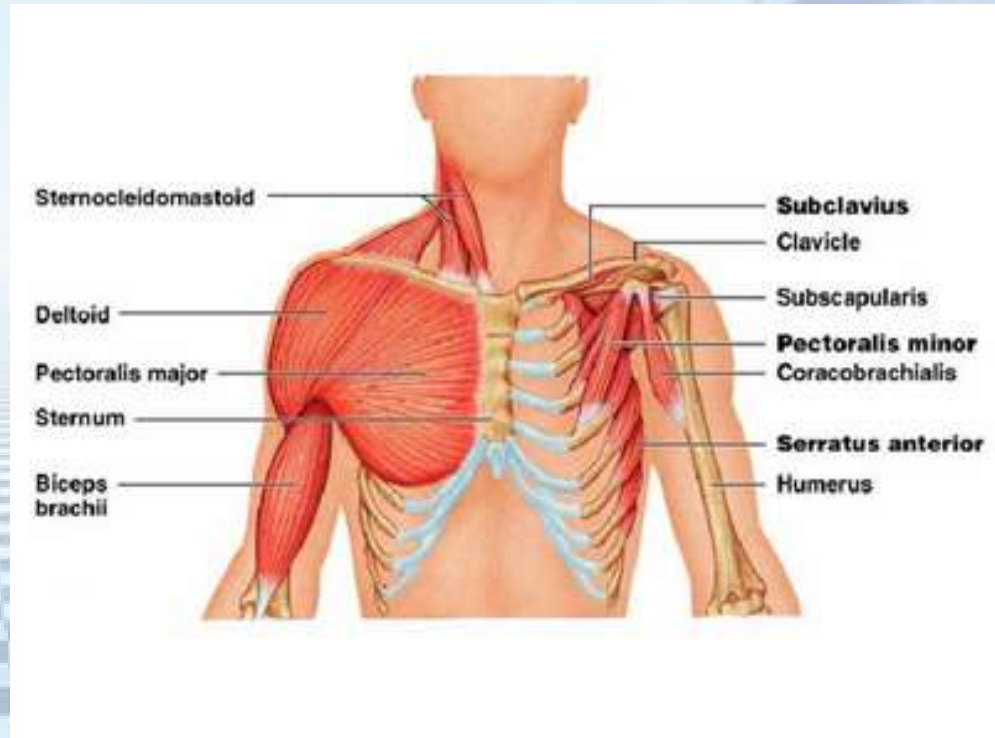
MUSCOLI RESPIRATORI

A
N
A
T
O
M
I
A



MUSCOLI ACCESSORI DELLA RESPIRAZIONE

A
N
A
T
O
M
I
A



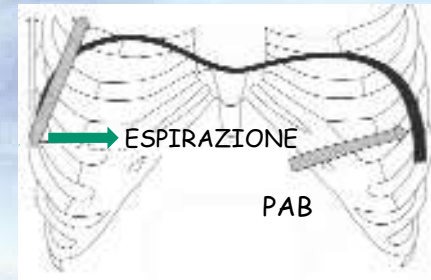
Effetti della contrazione della parte sterno costale del diaframma



Effetto inserzionale prodotto dalla contrazione delle fibre sterno-costali del diaframma

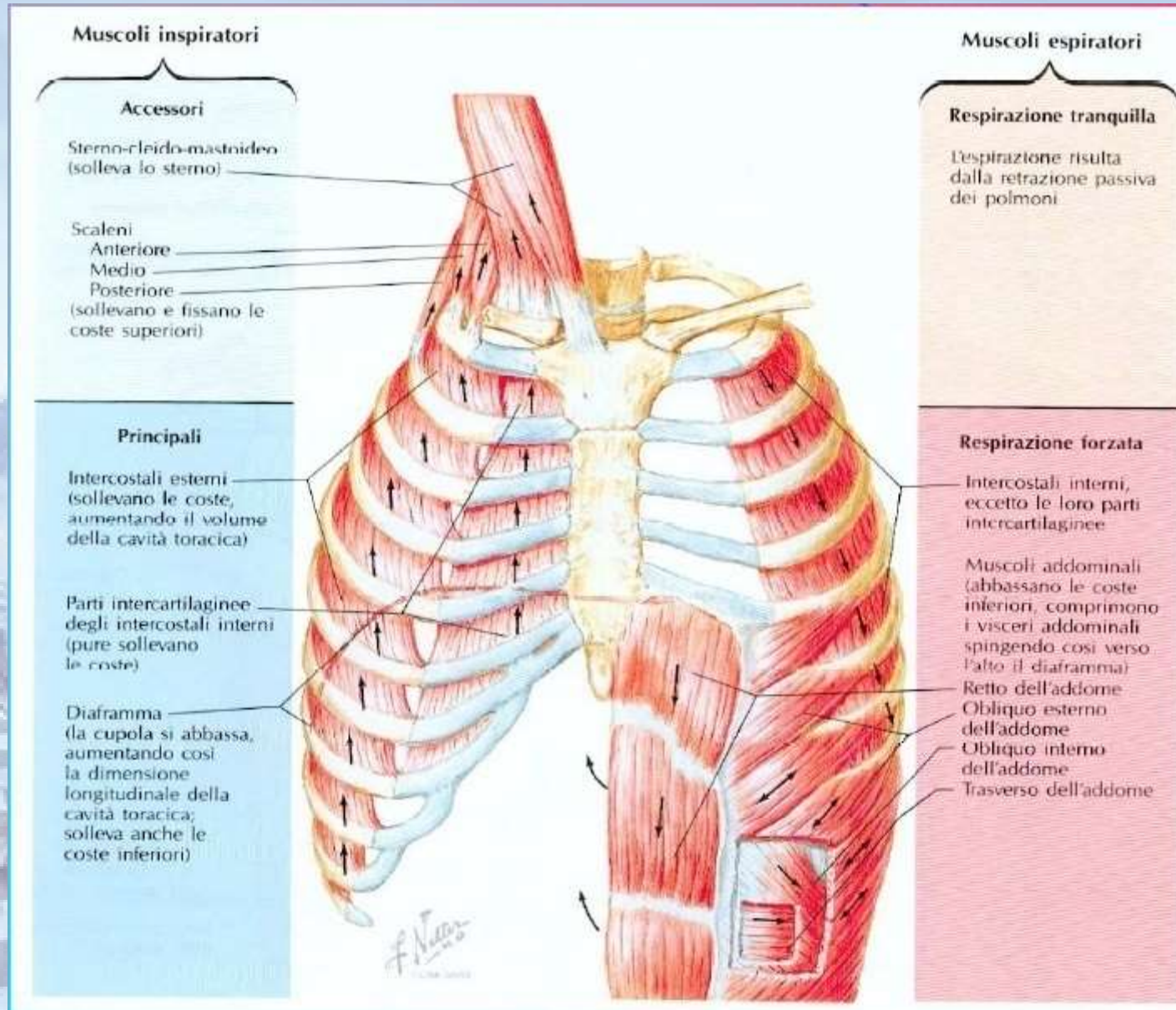
Durante la respirazione normale, la lunghezza dell'asse longitudinale della cassa toracica aumenta di 1,5-2 cm mentre il diametro trasverso e quello AP di soli 3-5 mm. Quindi durante la respirazione normale, la contrazione della porzione costale, come di quella crurale, determina uno spostamento assiale della cupola diaframmatica, associato ad una riduzione della lunghezza longitudinale della zona di apposizione, generando un **movimento a pistone** che è il maggior responsabile del cambiamento del volume toracico

INSPIRAZIONE



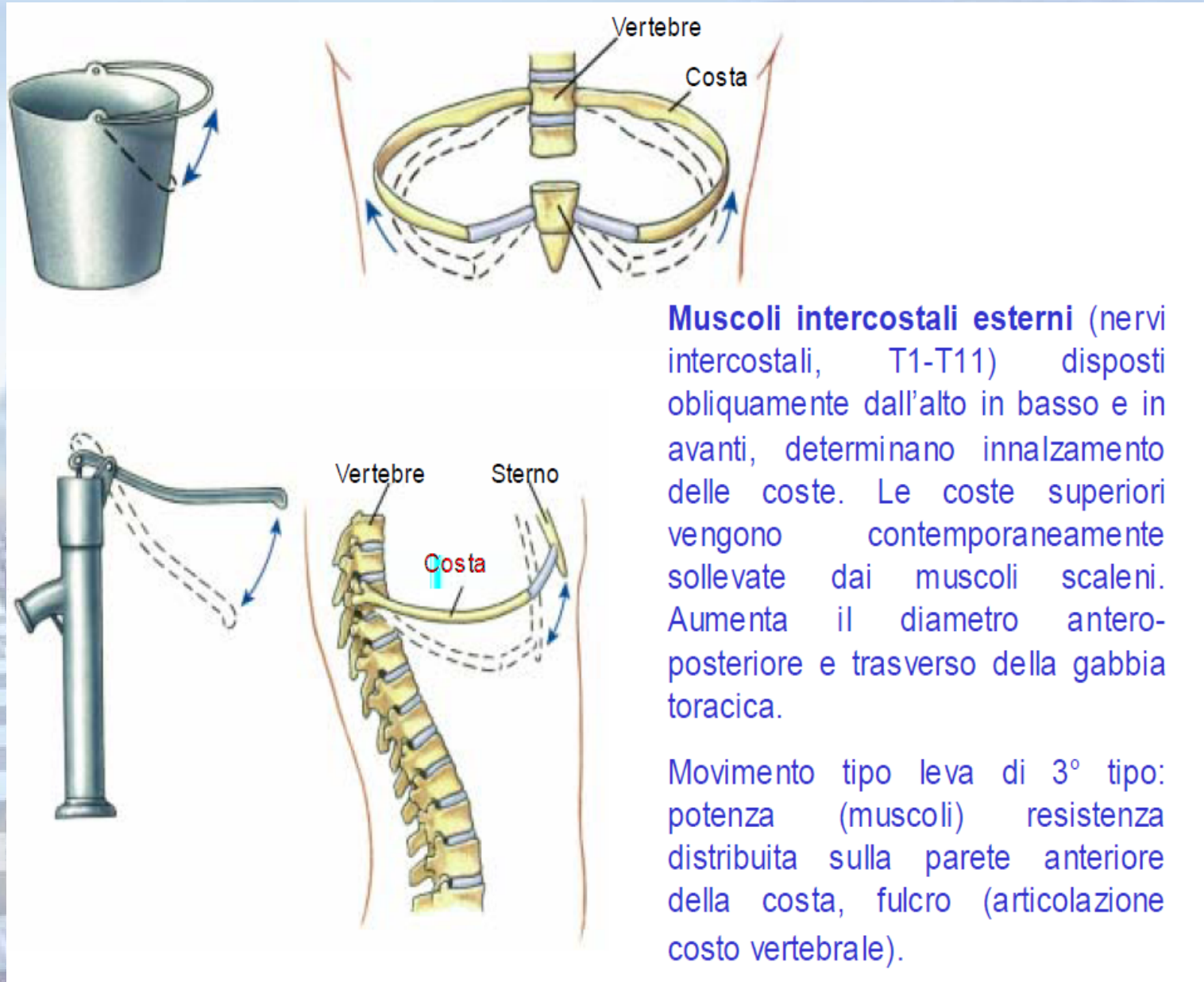
Azioni sviluppabili dalla parte sternocostale del diaframma

Responsabile 2/3 inspirazione. Aumenta diametro cranio-caudale e trasverso della gabbia toracica. Aumento volume gabbia toracica 200-400 ml in respirazione tranquilla, 2-4 l in respirazione profonda. Efficienza diaframma diminuisce nella donna durante la gravidanza, negli obesi e per compressione della parete addominale



MUSCOLI INTERCOSTALI E SCALENI

- Gli **Intercostali Esterni**, si estendono in ogni spazio intercostale, dai tubercoli delle coste fino all'inizio della cartilagine costale: i fasci muscolari hanno origine dal margine inferiore della costa sovrastante e, con direzione obliqua in basso e in avanti, vanno ad inserirsi sul margine superiore della costa sottostante
- Gli **Intercostali Interni** si estendono in ciascuno spazio intercostale dalle giunzioni costosternali agli angoli delle coste: i loro fasci muscolari hanno origine dal margine inferiore della costa sovrastante, e con direzione obliqua in basso e indietro, vanno ad inserirsi sul margine superiore di quella sottostante.
L'innervazione va da D1 a D11.
- Gli **scaleni** (anter, medio, poster) sono innervati dai rami del plesso brachiale (C5-C8)
- Gli **scaleni e intercostali parasternali** durante la respirazione tranquilla, sono costantemente attivati con un pattern pressochè identico; il loro reclutamento comincia con l'inizio dell'inspirazione, aumenta col procedere di essa e si estende alla parte precoce della espirazione; **nell'uomo che respira tranquillamente diaframma, scaleni e parsternali devono essere attivati insieme in modo coordinato** per garantire alla gabbia toracica un movimento con un solo grado di libertà(**evitando cioè movimenti paradossi di rientramento a livello della parte alta del torace**). I parasternali e gli scaleni inoltre sembrano avere un ruolo fondamentale nella respirazione ad alti volumi in quanto conservano inalterata la loro forza contrattile



Muscoli intercostali esterni (nervi intercostali, T1-T11) disposti obliquamente dall'alto in basso e in avanti, determinano innalzamento delle coste. Le coste superiori vengono contemporaneamente sollevate dai muscoli scaleni. Aumenta il diametro antero-posteriore e trasverso della gabbia toracica.

Movimento tipo leva di 3° tipo: potenza (muscoli) resistenza distribuita sulla parete anteriore della costa, fulcro (articolazione costo vertebrale).

MUSCOLI ESPIRATORI

M. ADDOMINALI: Retto addominale e obliquo esterno (D5-D12), Obliquo Interno (D10-L1) e Trasverso addominale (D7-L1)

- Nella respirazione tranquilla in posizione supina non intervengono*
- In ortostatismo mostrano un'attività tonica inspiratoria ed espiratoria:*

-Azione Espiratoria: abbassamento coste e riduzione del volume toracico

-Azione Inspiratoria: aumento della pressione addominale → elevazione del diaframma → innalzamento ultime coste

CICLO RESPIRATORIO

INSPIRAZIONE:

- Processo attivo: i muscoli respiratori si contraggono e aumenta il volume della gabbia toracica
- Dura circa il 40% del ciclo respiratorio
- L'Ossigeno entra negli alveoli

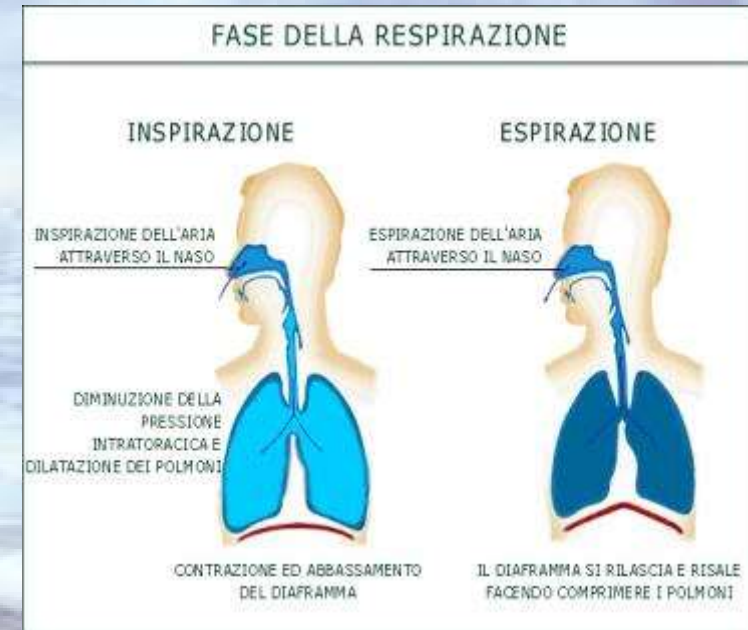
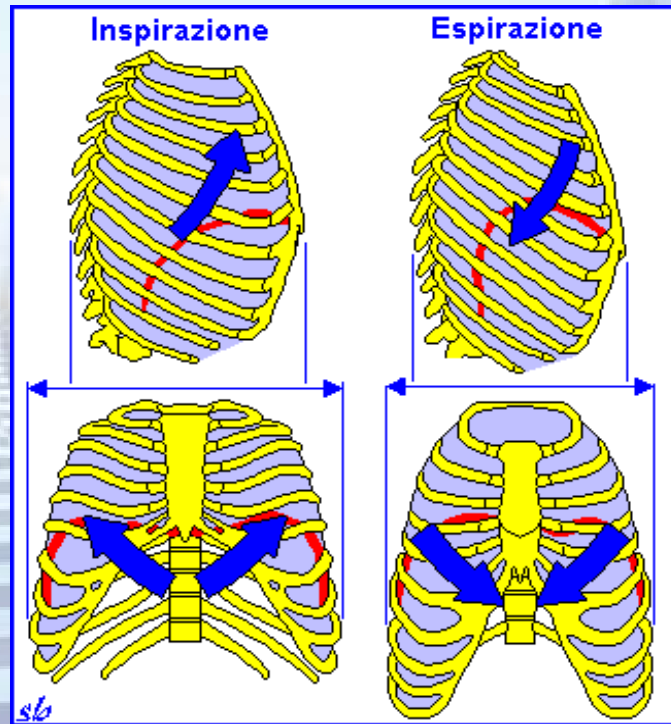
ESPIRAZIONE

- Processo passivo: ritorno elastico del polmone con riduzione del volume della gabbia toracica
- L'anidride carbonica viene eliminata

ATTO (O CICLO) RESPIRATORIO

I centri del respiro ritmicamente inviano impulsi alle cellule nervose del midollo e queste ai muscoli respiratori

POMPA VENTILATORIA



Il ricambio di aria negli alveoli è un processo intermittente, legato al ciclo respiratorio (12-14/min).

In condizioni normali, ad ogni inspirazione, 500 ml di aria (volume corrente) si diluiscono in 2.3 litri già contenuti nel polmone.

Valutazione forza dei muscoli respiratori

- Costituenti essenziali della pompa ventilatoria
- Funzionano come tutti i muscoli scheletrici
- Contrazione isometrica = impedendo la variazione di volume del sistema respiratorio
- Contrazione isometrica
 - ↓
 - Tensione generata
 - Valutazione indiretta misurando le variazioni di pressione
- La forza → lunghezza delle fibre al momento della contrazione
- La lunghezza dei m. respiratori dipende dal volume del sistema respiratorio

TEST DI FORZA

- DEFINIZIONE MIP E MEP

MIP massima pressione negativa misurata alla bocca da VR contro un'occlusione

MEP massima pressione positiva misurata alla bocca contro un'occlusione a CPT

Entrambe sono la risultante della forza dei muscoli respiratori e della forza di ritorno elastico

SNIFF TEST NASALE: rapida e massimale manovra inspiratoria volontaria eseguita attraverso una o entrambe le narice (pediatria, neuromuscolari, non corretta esecuzione MIP e MEP)

VALORI

RIFERIMENTO

- MIP -105 ± 25
- MEP $+104 \pm 38$

INFLUENZATI DA:

- età
- sesso

NON INFLUENZATI:

- altezza
- peso
- fumo

PATOLOGICI

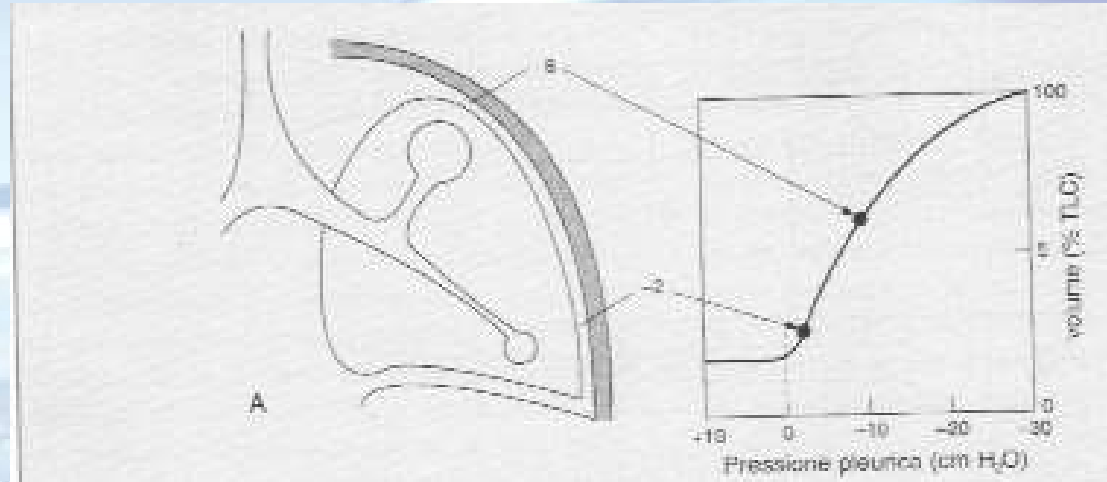
MIP e MEP > 80
(clinicamente non significativo)

MIP $< 30 \rightarrow$ Vent. Mecc.

MEP < 50 limite tra tosse
efficace e inefficace

SNIFF > 70 U e > 60 D esclude
debolezza muscoli resp.

EFFETTO DELLA POSTURA SULLA NEGATIVITA' PLEURICA



La postura determina variazioni regionali della ventilazione per effetto del fatto che la Pressione intrapleurica diventa più negativa dalle regioni declivi a quelle poste in alto (antideclivi), gli alveoli di queste regioni saranno più espansi, per cui subiranno minor variazioni di volume rispetto a quelli declivi che saranno più ventilati.

LA TOSSE

Definizione

"espirazione forzata, esplosiva, a glottide chiusa volontaria o involontaria"

Quando involontaria può essere definita come **meccanismo fisiologico di difesa** dell'apparato respiratorio nei confronti di sostanze inalate potenzialmente dannose.

Nei casi in cui vi sia un eccessivo accumulo di secrezioni nell'albero tracheobronchiale la tosse completa l'importante ruolo svolto dalla clearance mucociliare

Solo quando assume particolari connotazioni di durata e gravità, quando associata ad altri e specifici segni clinici essa può essere definita patologica.

FISIOLOGIA DELLA TOSSE

- **FASE INSPIRATORIA:** inspirazione profonda, non necessariamente forzata che porta il volume vicino al 90% CPT; corde vocali addotte, glottide aperta : questo volume è determinante importante del flusso di aria espulso con la tosse; ottimo rapporto tensione lunghezza dei muscoli; aumentato ritorno elastico
- **FASE DI COMPRESSIONE:** dura circa 200 msc, corde vocali addotte, glottide chiusa (contrazione isometrica degli espiratori) → pressione >200 mmHg
- **FASE ESPULSIVA:** improvvisa apertura della glottide e concomitante elevazione del palato molle mentre i mm espiratori mantengono la contrazione ; la combinazione di un elevato volume pretussivo e di un'alta pressione intratoracica genera un flusso espiratorio della durata di 30-50 msc; **importante la velocità lineare nelle vie aeree** (adeguata interazione tra aria e muco e quindi trasferimento di energia cinetica dall'aria alle secrezioni).

FISOPATOLOGIA DELLA TOSSE

COMPROMISSIONE



FASE INSPIRATORIA

- Deficit muscoli Inspiratori
- Riduzione volumi inalati (Polmone rigido)

FASE COMPRESSIVA

- Deficit muscoli Espiratori
- Disfunzioni glottiche (neurologico)
- Via aerea artificiale

FASE ESPULSIVA

- Deficit delle due precedenti
- Spostamento del PEP verso vie aeree di piccolo calibro (BPCO, Bronchite Cronica)

FISIOPATOLOGIA DELLA TOSSE

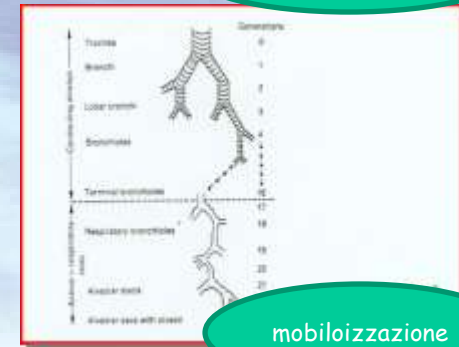
ACCUMULO DI SECREZIONI
TRACHEO-BRONCHIALI

↑ PRODUZIONE

↓ ELIMINAZIONE

DIFFICOLTA MOBILIZZAZIONE
(Vie periferiche)

DIFFICOLTA ESPETTORAZIONE
(Vie centrali)



Espettorazione

mobiloizzazione

FISOPATOLOGIA DELLA TOSSE





VALUTAZIONE





ANAMNESI, ISPEZIONE

PFR: Capacità Vitale che esprime il volume pretussivo.

Riduzione Significativa: < 1500 mL, o il 50% (riduzione forza muscoli inspiratori (MIP), rigidità polmone, gabbia toracica):

MEP: la riduzione della forza dei muscoli espiratori riduce la fase compressiva (limitata compressione dinamica delle vie aeree). Limite tra tosse efficace e inefficace 50%

Irritazione 	Inspirazione 	Compressione 	Espulsione 
Prodotta da uno stimolo di varia natura	Inspirazione profonda e rapida Caricamento elastico mm espiratori e strutture della gabbia	Contrazione isometrica mm espiratori a glottide chiusa	apertura improvvisa della glottide, elevazione palato molle, espulsione violenta dell'aria intrapolmonare e trascinarsi delle secrezioni bronchiali verso l'esterno
	90% CPT	200 msec fino a 300 cmH ₂ O	30-50 msec PCEF 12 L/sec
<ul style="list-style-type: none"> - Blocco neuromuscolare farmacologico, - alterazione dello stato di coscienza 	<ul style="list-style-type: none"> - Dolore/paura di sentire dolore, - patologie neuromuscolari, demielinizzanti, polimiositi, tetraplegia, sindromi restrittive, età avanzata, denutrizione. 	<ul style="list-style-type: none"> - Paralisi del nervo laringeo ricorrente, - BPCO, - paralisi delle corde vocali, - presenza di tubo tracheale. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dolore/paura di sentire dolore, - patologie neuromuscolari, demielinizzanti, polimiositi, tetra/paraplegia, età avanzata, denutrizione, laparocoele, elevata collassabilità delle vie aeree.

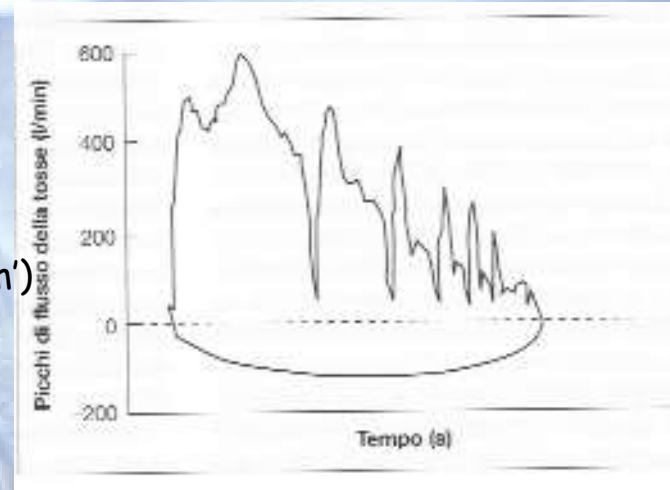
Irritazione 	Inspirazione 	Compressione 	Espulsione 
Prodotta da uno stimolo di varia natura	Inspirazione profonda e rapida Caricamento elastico mm espiratori e strutture della gabbia	Contrazione isometrica mm espiratori a glottide chiusa	apertura improvvisa della glottide, elevazione palato molle, espulsione violenta dell'aria intrapolmonare e trascinarsi delle secrezioni bronchiali verso l'esterno
	90% CPT	200 msec fino a 300 cmH ₂ O	30-50 msec PCEF 12 L/sec
<ul style="list-style-type: none"> - Alterazione del segnale - Depressione centri nervosi 	<ul style="list-style-type: none"> - Debolezza mm Inspiratori - Ridotta Compliance Toraco-polmonare - Via aerea artificiale 	<ul style="list-style-type: none"> - Incompetenza Glottica - Debolezza mm Espiratori 	<ul style="list-style-type: none"> - Deficit delle fasi precedenti - Debolezza mm Espiratori - Ostruzioni e alterazioni elasticità parenchima (EEP verso periferia - Van der Schans 1990)
Ridotto Volume Pre-Tussivo		Ridotto Flusso Espiratorio	

PICCO DI FLUSSO ESPIRATORIO durante TOSSE: PCEF

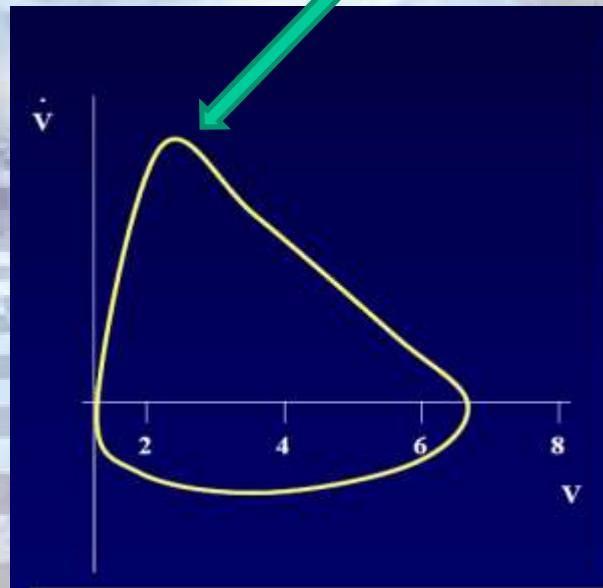


Misuratori picco di flusso

PEF (400-1200 L/m')



CURVA FLUSSO VOLUME DURANTE TOSSE: decremento degli spike al ridursi del volume polmonare



SPIROMETRIA

PCEF: valori normali $>PEF$ ($PEF/PCEF >1$ funzione glottica adeguata)

<270 l/m: pazienti a rischio per tosse inefficace

<180 l/m: tosse inefficace

DISPNEA

Termine "tecnico" per definire una percezione fastidiosa del respiro

- Costrizione Toracica
- Sforzo/lavoro
- Inspirazione insoddisfacente
(dissociazione neuroventilatoria)
- Respiro rapido (o rapido e superficiale)
- Mancanza d'aria

MISURE della DISPNEA

Medical Research Council (MRC)

- 0 Mi manca il fiato solo per sforzi intensi
- 1 Mi manca il fiato solo se corro in piano o se faccio una salita leggera
- 2 Cammino più lentamente della gente della mia stessa età quando vado in piano, oppure mi devo fermare per respirare quando cammino al mio passo in piano
- 3 Mi devo fermare per respirare dopo che ho camminato in piano per circa 100 metri o pochi minuti
- 4 Mi manca troppo il fiato per uscire di casa o mi manca il fiato quando mi vesto o mi spoglio.

MISURE della DISPNEA

Scala di BORG

0	NESSUNA
0.5	MOLTO MOLTO LIEVE
1	MOLTO LIEVE
2	LIEVE
3	MODERATA
4	PIUTTOSTO INTENSA
5	INTENSA
6	
7	MOLTO INTENSA
8	
9	
10	MOLTO MOLTO INTENSA
11	
	Massimo assoluto

Scala RPE di BORG (fatica)

6	nessuno sforzo	20%
7	estremamente leggero	30%
8		40%
9	molto leggero	50%
10		55%
11	leggero	60%
12		65%
13	un po' pesante	70%
14		75%
15	pesante	80%
16		85%
17	molto pesante	90%
18		95%
19	estremamente pesante	100%
20	massimo sforzo	esaurimento

Valutazioni durante esercizio fisico

MISURE della DISPNEA

Valori teorici Walking Test (WT) dei 6 minuti

Maschi:

$$(7,57 \times H) - (5.02 \times A) - (1.76 \times P) - 309$$

Limite di confidenza 95%=togliere metri 153 dal risultato ottenuto

Femmine:

$$(2,11 \times H) - (2.29 \times A) - (5.78 \times P) + 667$$

Limite di confidenza 95%= togliere metri 139 dal risultato ottenuto

H = altezza in cm.

P = peso in Kg.

A = età in anni.

INSUFFICIENZA RESPIRATORIA

PaO₂ <60 mmHg

PaCO₂ >45 mmHg

IPOSSIEMIA

- Turbe coordinazione
- Turbe capacità critica
- Agitazione
- Aggressività/delirio
- Tachicardia
- Ipertensione arteriosa
- Vasocostrizione cutanea

IPERCAPNIA

- Sonnolenza
- Disorientamento
- Confusione
- Coma
- Sudorazione
- Cefalea
- Vasodilatazione cutanea

MISURE DEI GAS DEL SANGUE

• DIRETTA

EMOGASANALISI
ARTERIOSA: fisiopatologia

- \downarrow ventilazione \rightarrow \downarrow paO₂ e \uparrow paCO₂
- aria inspirata a bassa FIO₂ \rightarrow \downarrow paO₂ e =paCO₂
- \downarrow diffusione alveolocapillare \rightarrow \downarrow paO₂ e =paCO₂
- spazio morto (zona perfusa non ventilata) \rightarrow =paO₂ e \uparrow paCO₂
- shunt (zona ventilata non perfusa) \rightarrow \downarrow paO₂ e =paCO₂



PaO₂ >80
PaCO₂ 35-45
pH 7.35-7,36
HCO₃ 24-26
EB 0

• INDIRETTA
OSSIMETRIA

Misura la percentuale di Emoglobina ossigenata nel sangue

OSSIMETRIA

RANGE FISILOGICO 94% -
98%

- SaO₂ 94% paO₂ 69,4 mmHg
- SaO₂ 95% paO₂ 74,2 mmHg
- SaO₂ 96% paO₂ 81 mmHg
- SaO₂ 97% paO₂ 91,6 mmHg
- SaO₂ 98% paO₂ 110 mmHg
(con Pa CO 40 - pH 7,4 - TA 37)

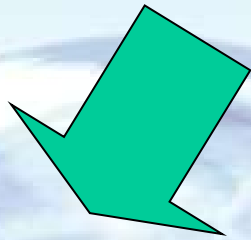
RANGE BORDER-LINE 90%-93%

- SaO₂ 93% paO₂ 65,7 mmHg
- SaO₂ 92% paO₂ 62,7 mmHg
- SaO₂ 91% paO₂ 60 mmHg
- SaO₂ 90% paO₂ 57,8 mmHg

RANGE PATOLOGICO

SaO₂ < 90% paO₂ < 57,8 mmHg

MECCANISMI INSUFFICIENZA RESPIRATORIA



Disfunzione della
pompa respiratoria



Patologia delle vie
aeree e del polmone

Misuratore MIP/MEP



Misuratore di Picco di Flusso



Bottiglia per PEP



Incentivatori Volumetrici



EZ-PAP



ASSISTENTE MECCANICO ALLA TOSSE



- Utilizza pressioni positive durante la fase inspiratoria e pressioni negative durante la fase espiratoria.

ELTGOL



- Acronimo di,
- Espirazione
- Lenta
- Totale
- Glotide aperta
- Decubito laterale

VIBRAZIONI

- una manovra effettuata dal terapeuta con le mani sovrapposte che imprimono movimenti brevi e rapidi al torace del paziente accompagnando il movimento durante la fase di espirazione che deve essere eseguita a labbra socchiuse.

TECNICA DELL'ESPIRAZIONE FORZATA (HUFFING)

- il paziente esegue alcuni atti respiratori a medio volume polmonare con glottide parzialmente aperta (huffing) . Viene solitamente utilizzata prima di far effettuare al paziente dei validi colpi di tosse

FLUTTER

- è un piccolo strumento terapeutico , portatile che associa i principi della pressione espiratoria positiva con gli effetti delle vibrazioni (determinate da un peso sferico calibrato posto all'interno dell'apparecchio).



Device per somministrazione farmaci

