HHCAオンラインセミナー
2025年1月26日（日）

重症心身障害児者の呼吸障害へのアプローチ

金子断行(かねこたつゆき)

脳性まひ・小児専門リハ
株式会社目黒総合リハビリサービス
MSRS

みくりキッズくりにっく(客員講師)
加賀谷歯科医院(非常勤)
特定非営利法人ガブリエル(非常勤)

個人情報保護のため配布できないスライドがあります。
配布資料の著作権は演者に帰属するため、いかなる
転載や譲渡は法的に禁じられています。

COI開示/倫理的配慮

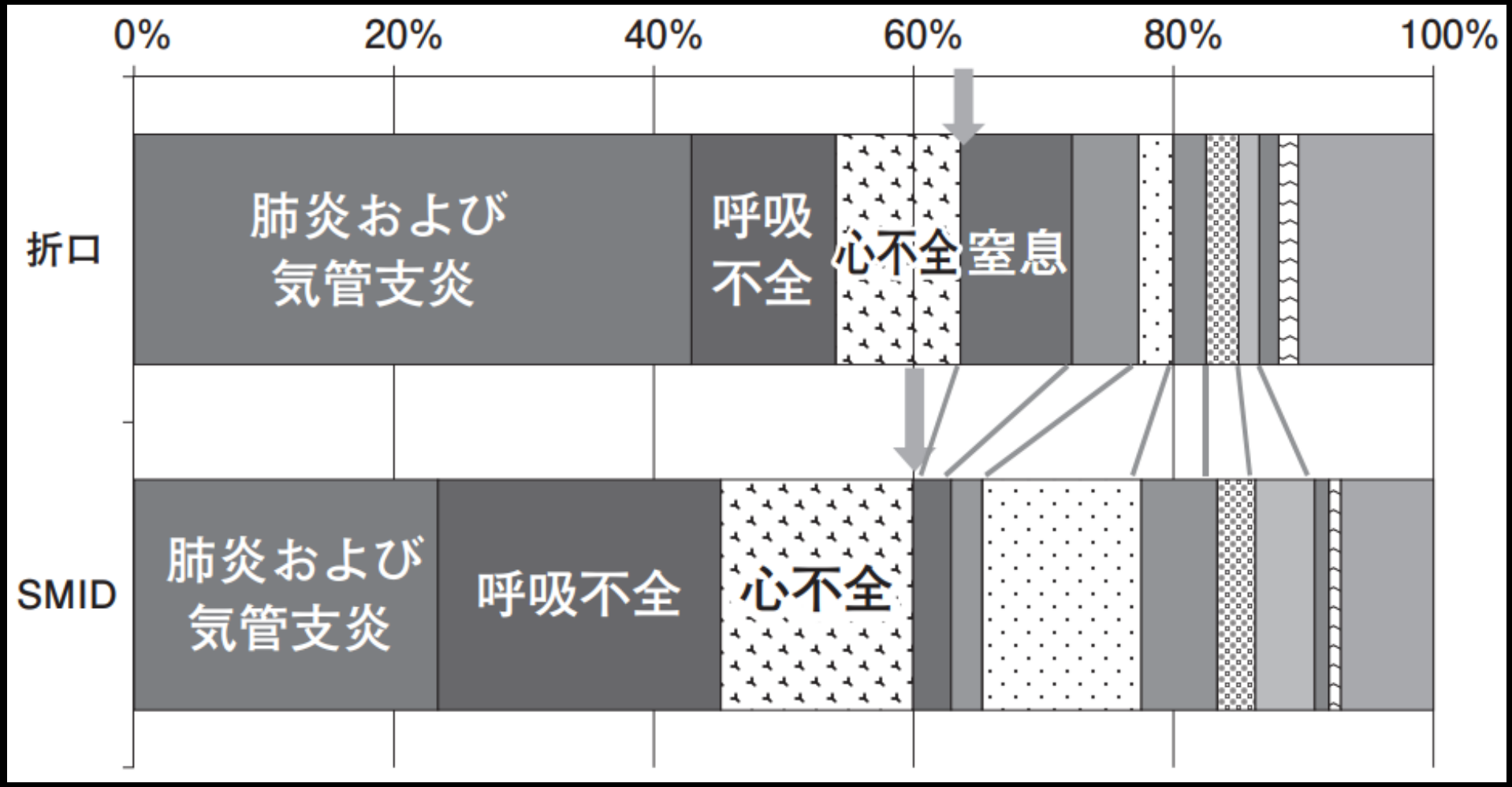
本研修に関連し発表者の
開示すべきCOI関係にあたる
企業などはありません

画像や動画の使用許可はご本人や
ご両親の許可を得ています

本日の話の内容

① 重症心身障害児者の死亡原因
② 呼吸障害の要因
③ 呼吸関連組織（胸郭形状/呼吸筋）の発達
④ 胸郭呼吸運動へのアプローチ
⑤ 上気道性呼吸障害へのアプローチ
⑥ 腹臥位姿勢保持
⑦ 排痰
⑧ 治療の実際

重症心身障害児者の死亡原因



1982年~1999年　2354例 (折口調査)

肺炎 43%・呼吸不全 11%・心不全 10% ...

2000年~2009年　1071例(SMID調査)

肺炎/気管支炎 23%・呼吸不全 22%・心不全 15% ...

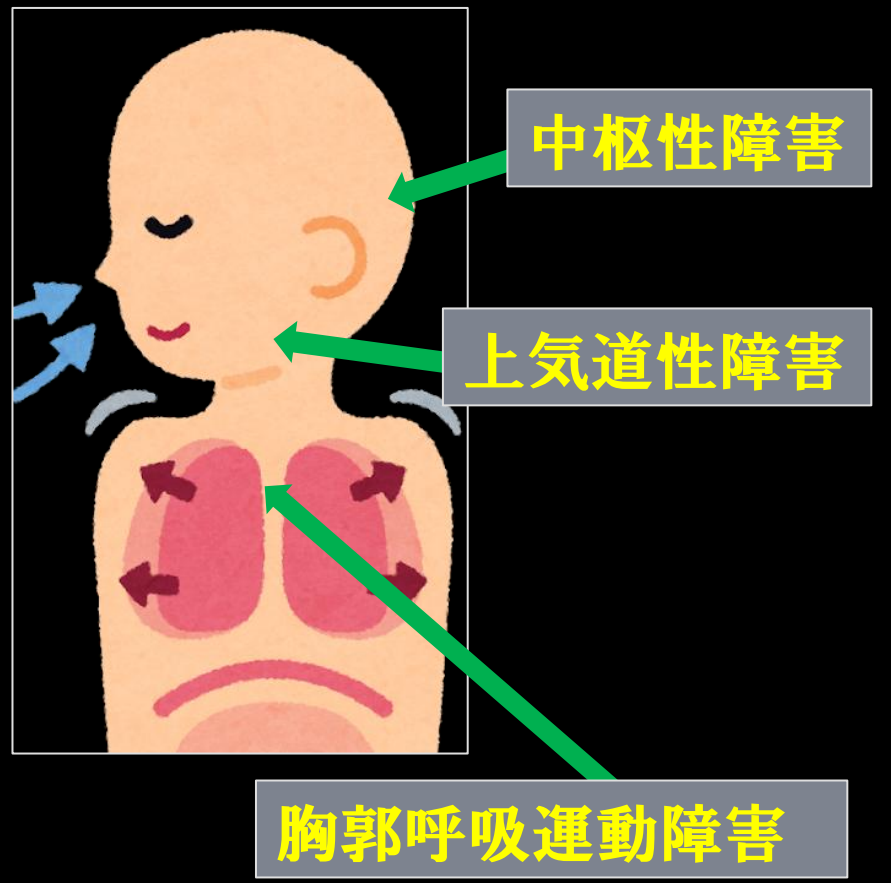
折口美弘:重症心身障害児者の死亡時年齢からみた死因分析.IRYO 56:476-478. 2002

佐々木征行:重症心身障害児者の死亡原因から療育のあり方を考える. 日本重症心身障害学会誌 37:51 - 57.2012

呼吸障害の要因

① 上気道性障害
② 胸郭呼吸運動障害
③ 呼吸関連組織の未成熟
(胸郭形状/呼吸筋/
下顎/上気道拡大筋の未発達)
④ 中枢性障害

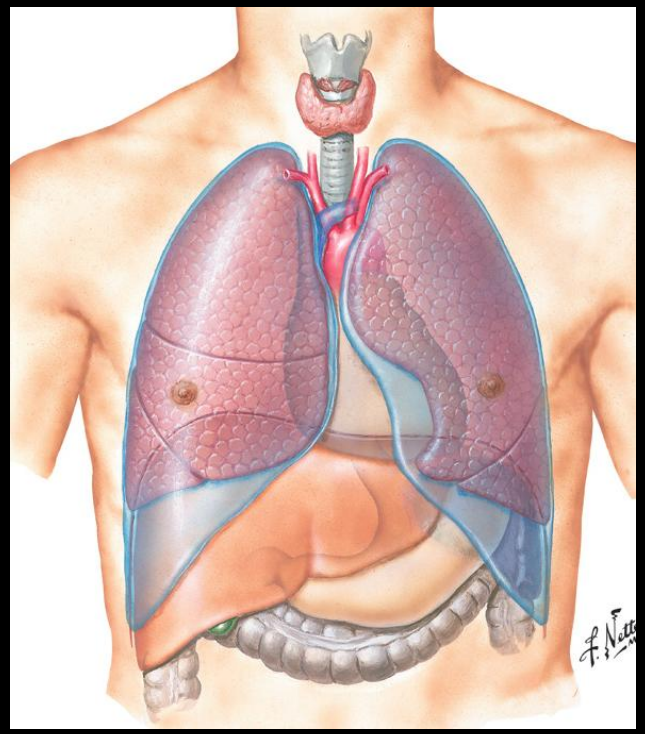
呼吸関連組織の未成熟



呼吸関連組織（胸郭形状/呼吸筋）の発達

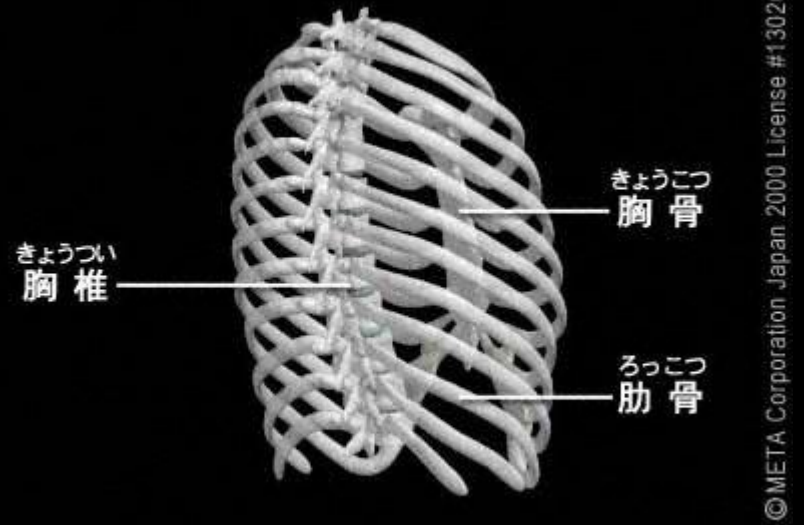
ヒトの胸郭の特徴

胸郭と肺の位置



アストラゼネカ株式会社
(AstraZeneca K.K.)

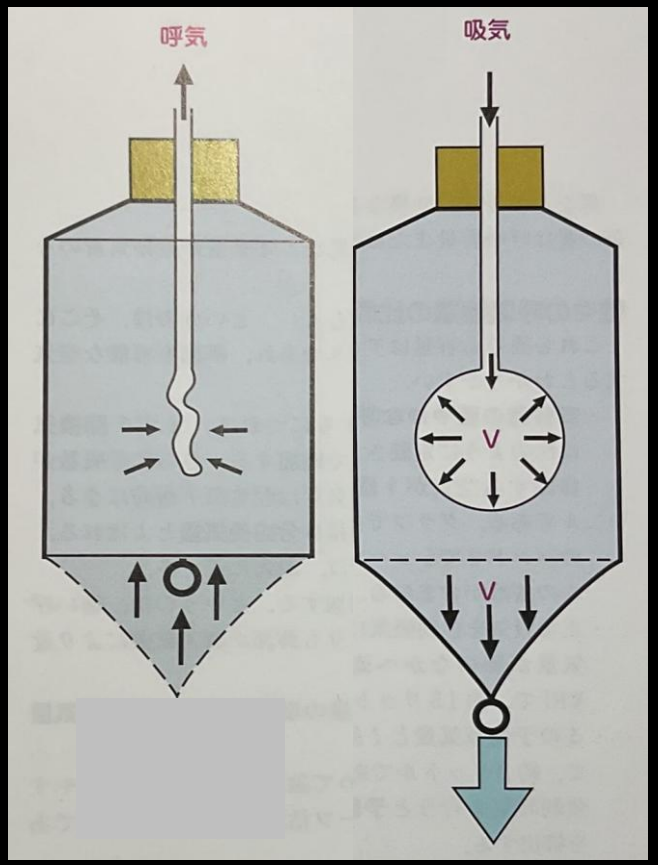
骨関節が多く固くなり易い



©META Corporation Japan 2000 License #130201

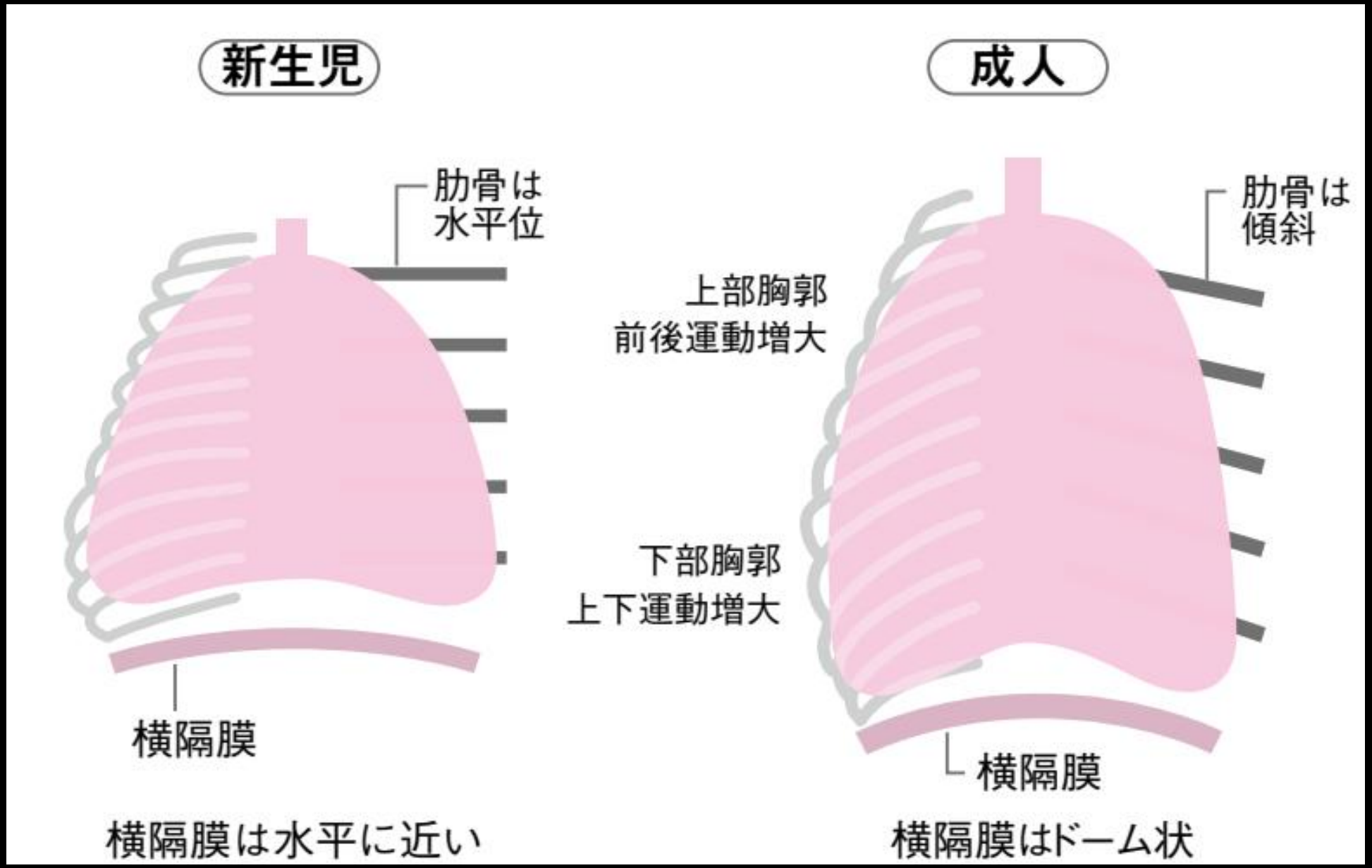
アストラゼネカ株式会社
(AstraZeneca K.K.)

胸郭が動かないと肺は拡がらない(陰圧呼吸)



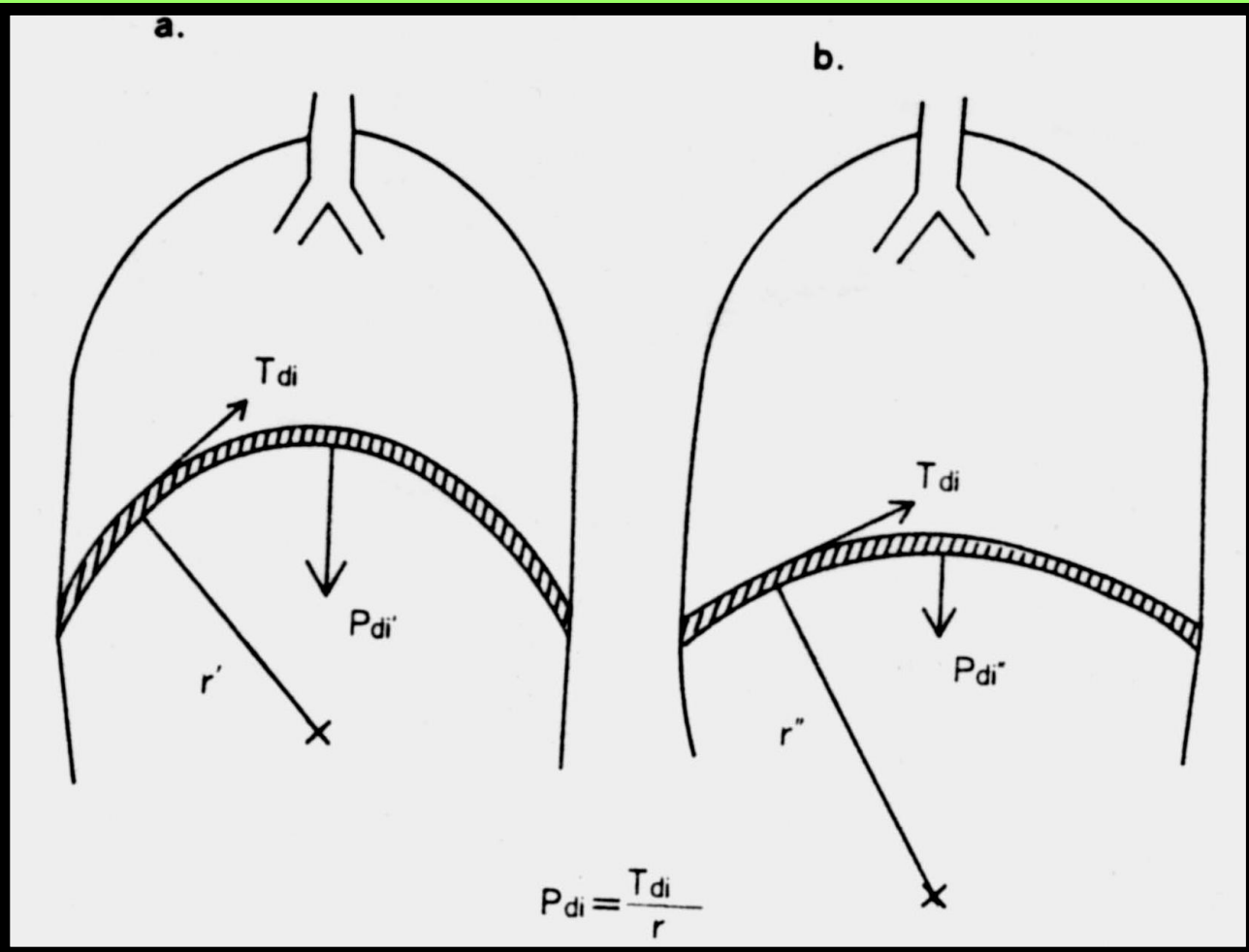
A.I.Kapandji (著)カパンジー機能解剖学
III 脊椎・体幹・頭部 原著第7版
(2019) 医歯薬出版　P167

新生児と成人の胸郭の比較



金子断行・他(著), 実践に基づく重症心身障害児者の理学療法ハンドブック. ともあ編集部 2021　P64

ラ・プレース(Laplace)の法則



Pdi: Transdiaphragmatic　pressure (経横隔膜圧)
Tdi:　isometric contraction(等尺性収縮）における張力
R：　横隔膜を半円筒形と近似したときの半径
aからｂへ肺気量が増加したときr′ ＜r〞 従ってPdi′＜Pdi〞

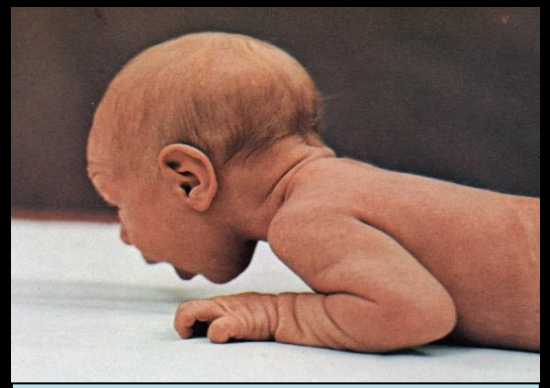
吉野克樹:呼吸筋力の測定.呼吸７:596‐600.1989

胸郭の運動発達

呼吸運動は思春期～成人期に至るまで発達する。
小児の肺は成人の肺が小さくなったものではない。

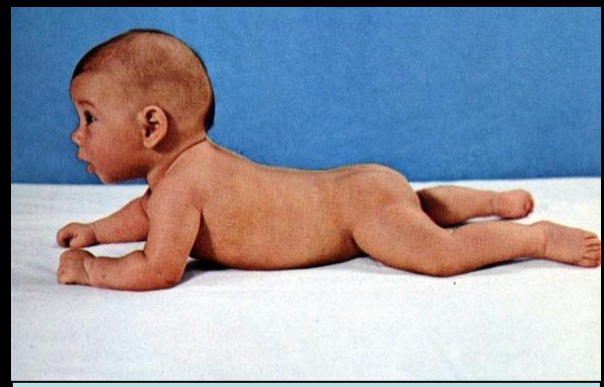
上部胸郭縮小・肋骨水平
上気道狭縮・肋骨運動↓

新生児



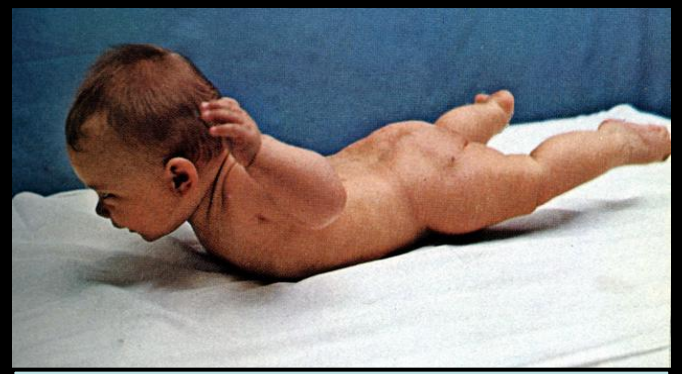
上気道確保

１ヶ月



肋骨運動↑・脊柱伸展↑

３ヶ月

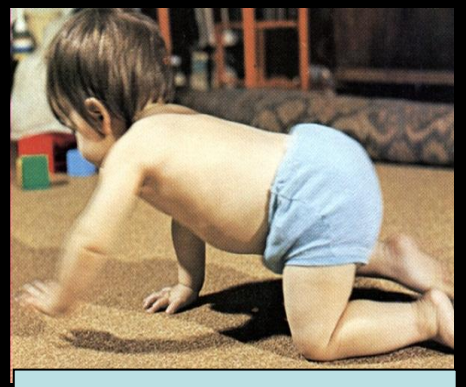


上部胸郭拡張・脊柱伸展 ↑↑

４ヶ月

肋骨傾斜・肋骨運動↑↑

6ヶ月

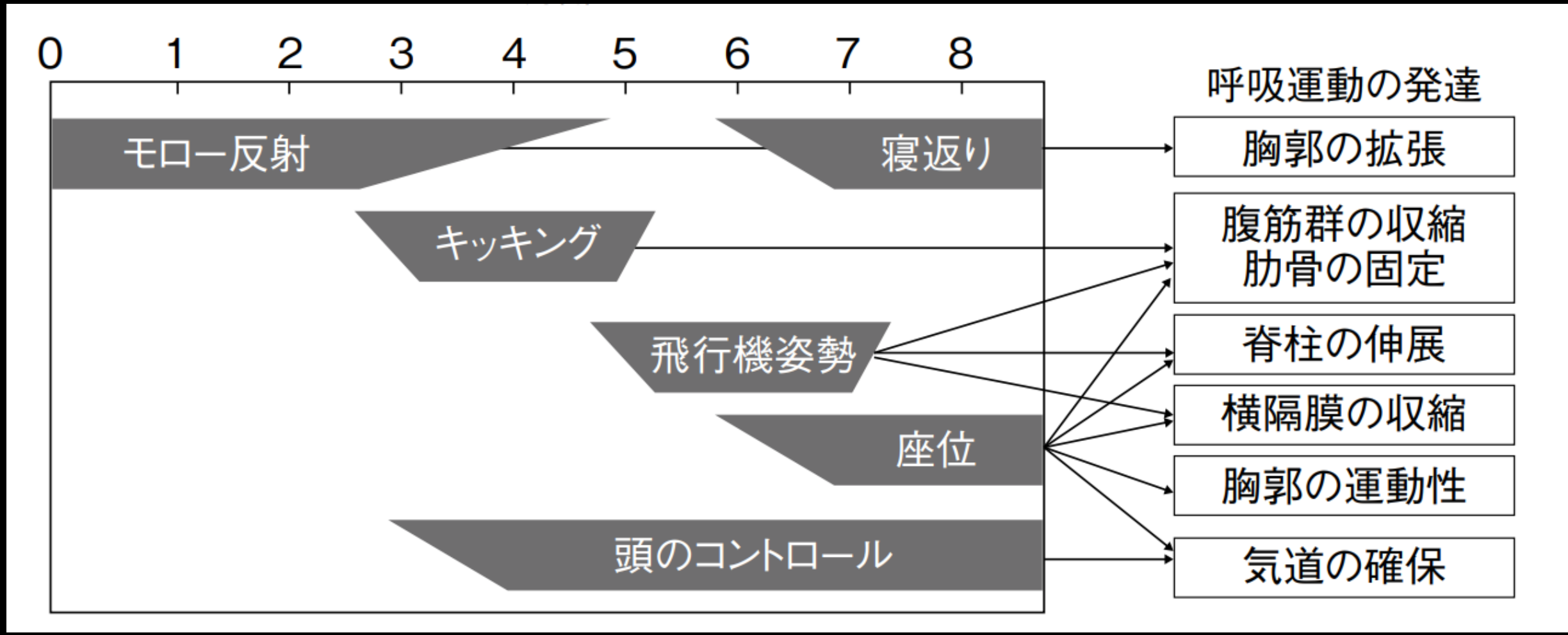


胸郭を空間に開放

11ヶ月

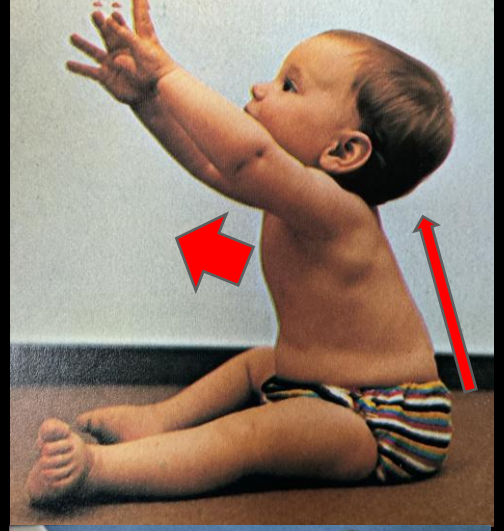
（写真）テオドール・ヘルブルッケ＆ヘルマン・フォン・ビムプェン(著).村地俊二(監訳):赤ちゃんの発達 - その生涯の最初の365日.同朋舎1986. P39 P47 P65 P75 P91 P141

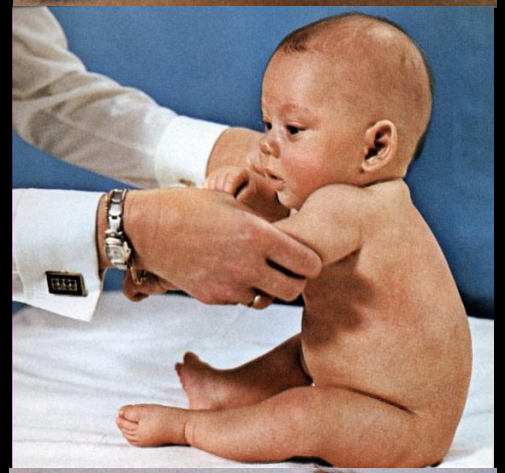
運動発達と呼吸運動発達

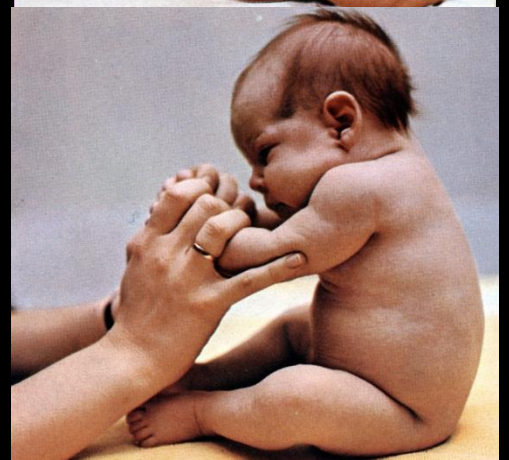


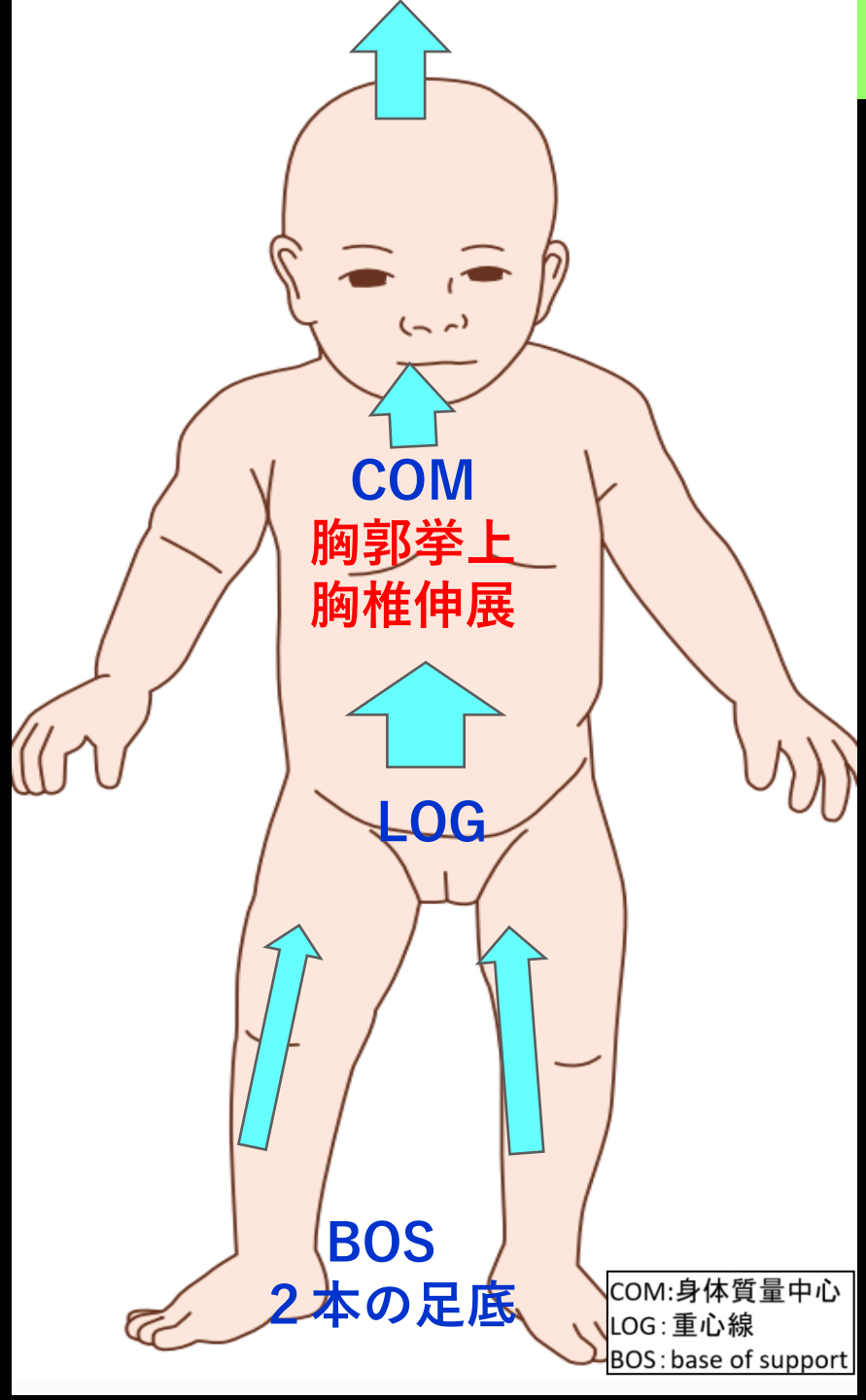
金子断行:重症脳損傷児の呼吸訓練.理学療法学17 (1). 39-44. 1990

直立二足の姿勢制御と胸郭挙上









直立二足の姿勢発達を基盤として
適正な胸郭挙上(形状発達)と
胸椎伸展/肩甲骨セッティングが
発達する

二つの足底で対称的なBOSと
床反力を生み出し
重心線が正中位となり
胸郭挙上/胸椎伸展して
質量中心を高く挙げる
多関節運動連鎖が生じる

（写真）テオドール・ヘルブルッケ＆ヘルマン・フォン・ビムプェン(著).村地俊二(監訳):赤ちゃんの発達 - その生涯の最初の365日.同朋舎1986. P49 P119 P131

胸郭呼吸運動へのアプローチ

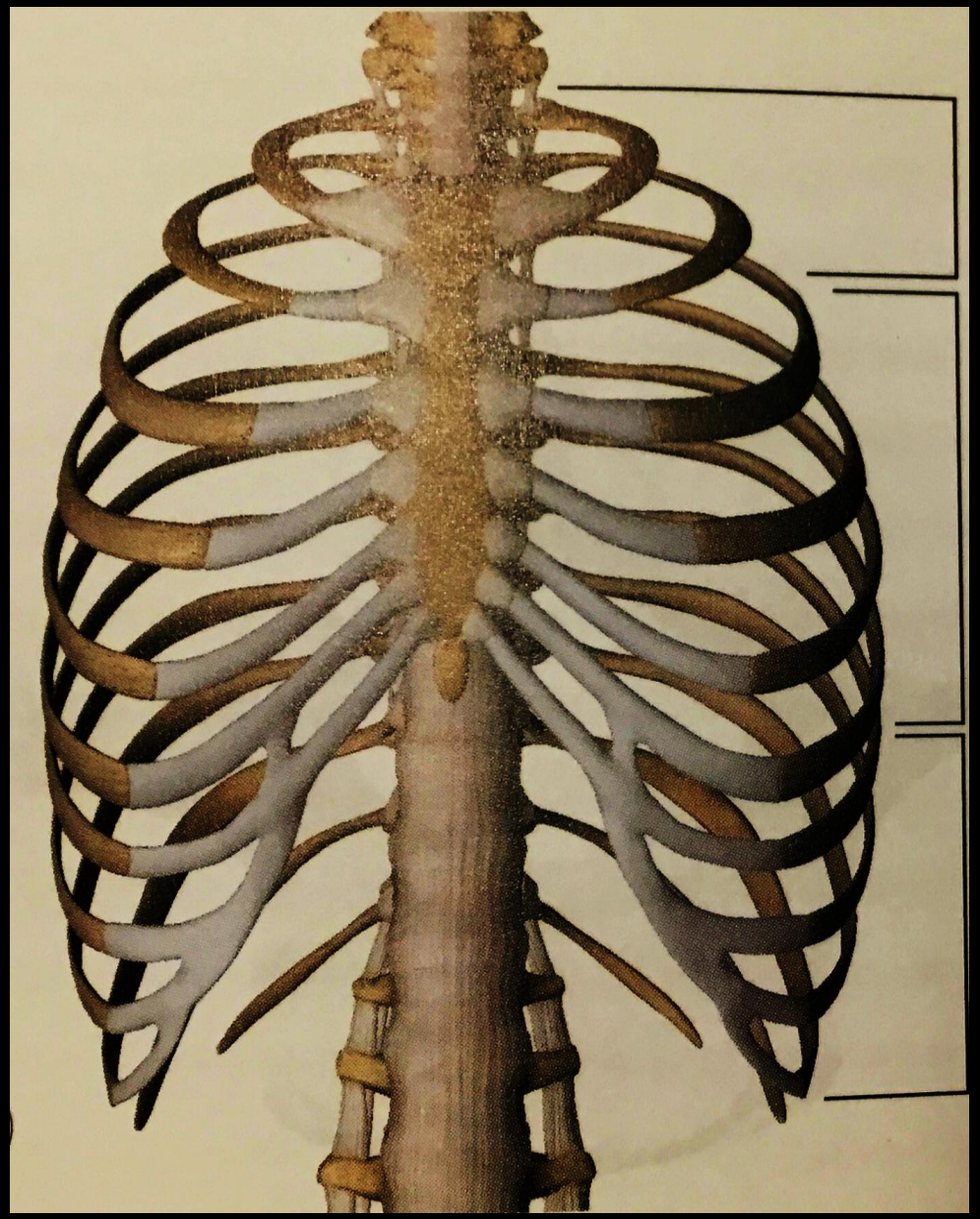
胸部リング（Lee 1994）

①左右の肋骨
②上位の椎骨下半分
　下位の椎骨上半分
③左右の肋軟骨
④胸骨柄または胸骨

Diane Lee (著)胸郭統合アプローチ.医歯薬出版.2020 P2 9

J. W. Rohen 横地千仭 E. Lütjen-Drecoll(著): 解剖学カラーアトラス第9版.2023　P26

胸部リングの分類



脊椎胸骨柄(第1~2胸部リング)

脊椎胸骨(第3~6胸部リング)

脊椎軟骨(第7~10胸部リング)

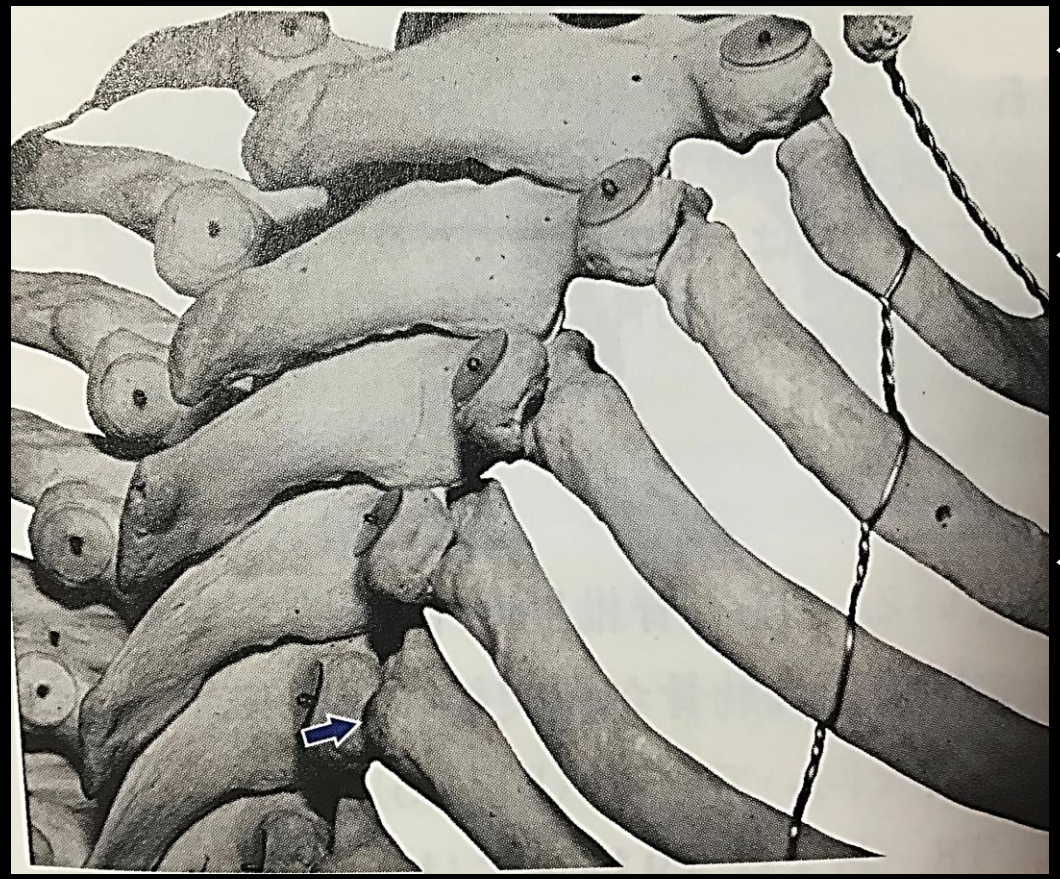
Diane Lee (著)胸郭統合アプローチ.医歯薬出版.2020 P 1

脊椎胸骨柄(第1～2胸部リング)

- ✓ 第1肋骨はその前端で最も短く最も広い
- ✓ 第2肋骨は第1肋骨の約2倍の長さ
- ✓ 第2肋骨は肋骨頭の形成が完了する思春期まで二次骨化が不完全で小児では第2肋骨頭は T2のみと連結する

Diane Lee (著)胸郭統合アプローチ.医歯薬出版.2020 P 3

脊椎胸骨（第3～6胸部リング）

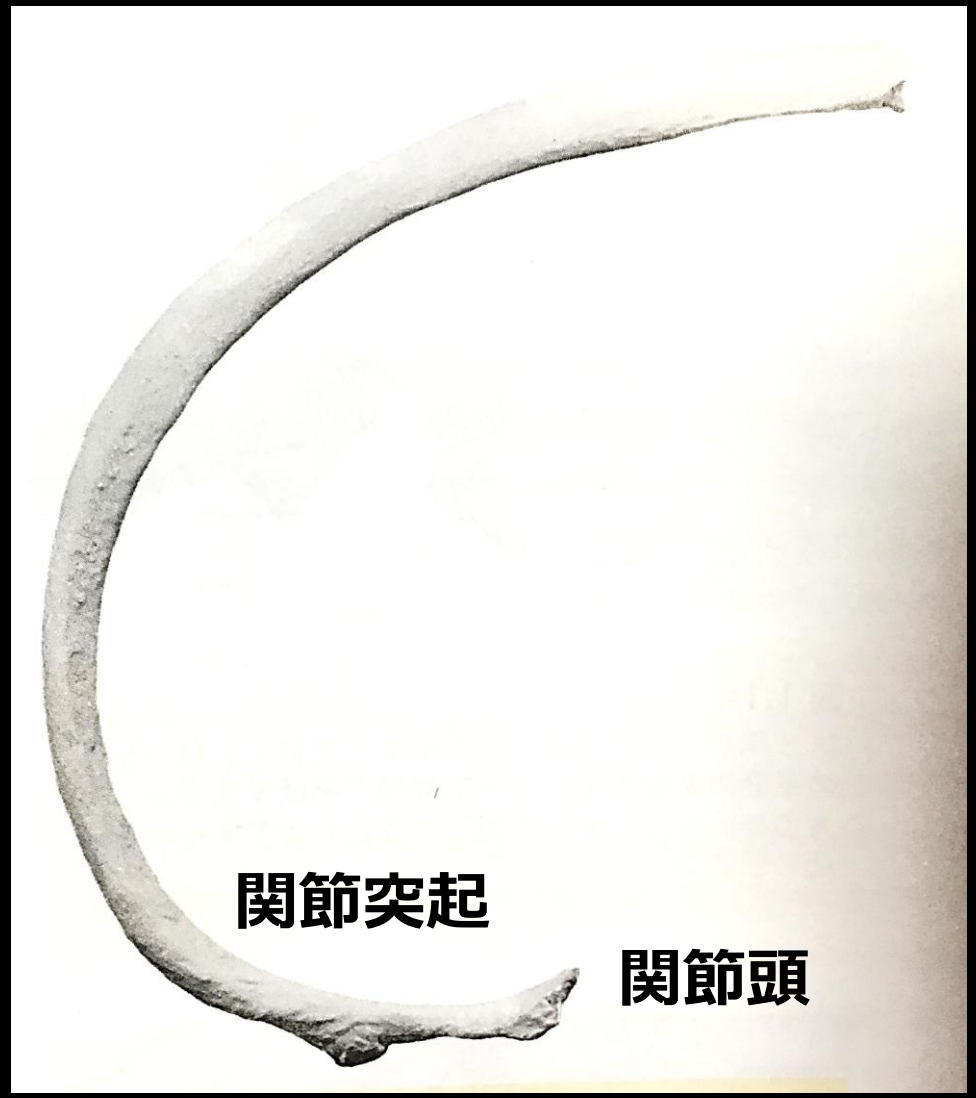


- ✓ 棘突起の先端は同椎骨の横突起より1～3横指下方にある
- ✓ 後方から椎骨に加圧すると関節突起から肋骨に並進する力が働く(矢印)
- ✓ 上位の肋椎関節は思春期初期まで発達が始まらないので小児の胸郭は柔軟性が高い

第3-６胸部リングの胸椎横突起の関節面は並列な故に肋骨は前方に動きやすい（ポンプハンドル運動）

Diane Lee（著)胸郭統合アプローチ.医歯薬出版.2020 P 5

脊椎胸骨（第3～6胸部リング）

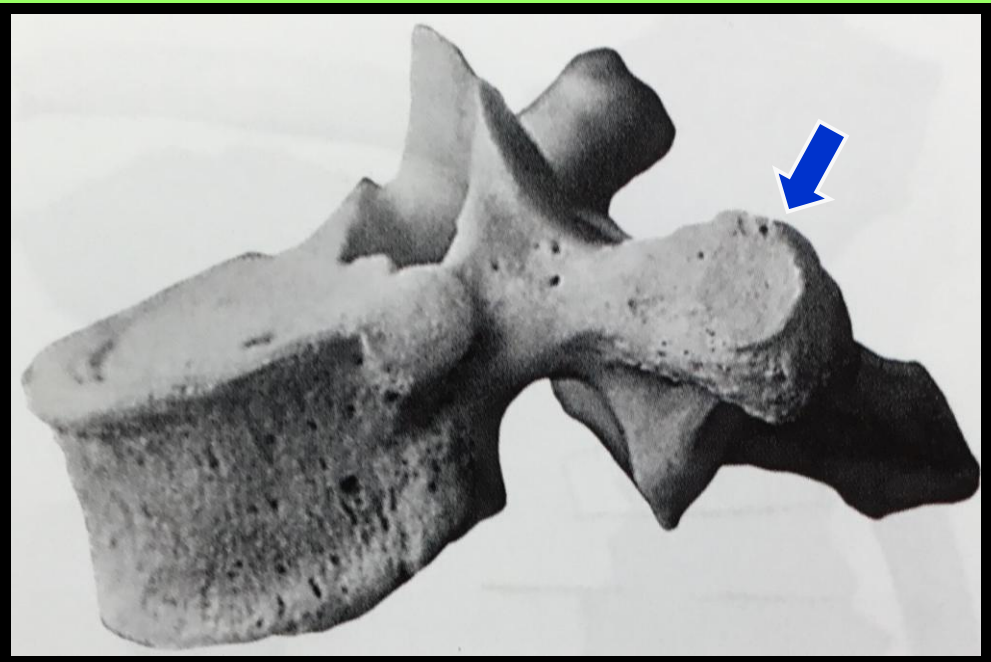


第４肋骨

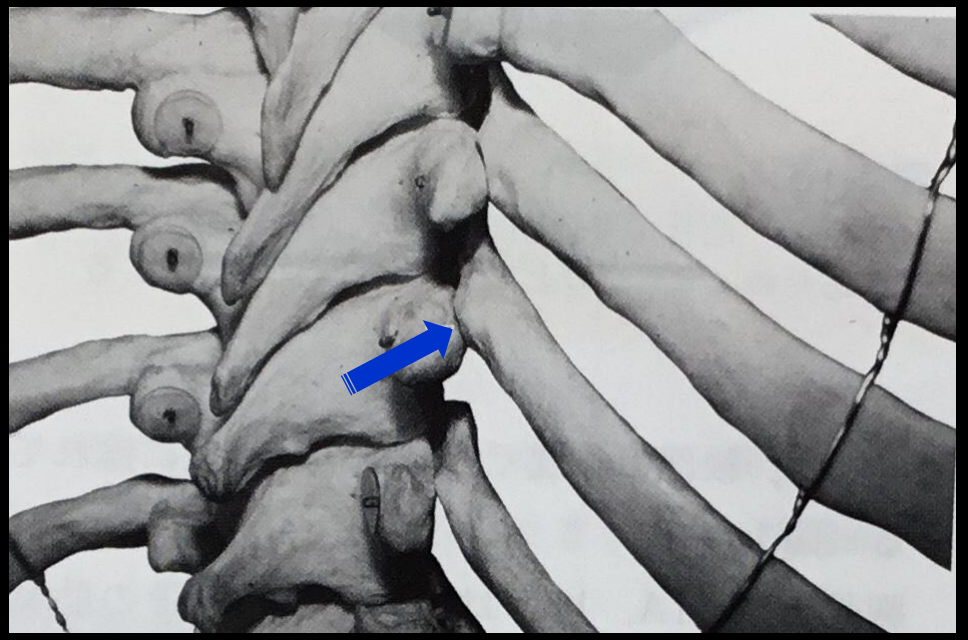
- ✓ 第4肋骨
- ✓ 肋骨頭の側方に肋骨横突関節を形成する凸状の関節結節を示す
- ✓ 肋骨の柄は長くて細い
- ✓ 後部の角度でさまざまな程度に捻れている

Diane Lee (著)胸郭統合アプローチ.医歯薬出版.2020 P 5

脊椎軟骨(第7～10胸部リング)



第8胸椎の前外側像：第8肋骨と連結する横突起の関節面は平面である(矢印)



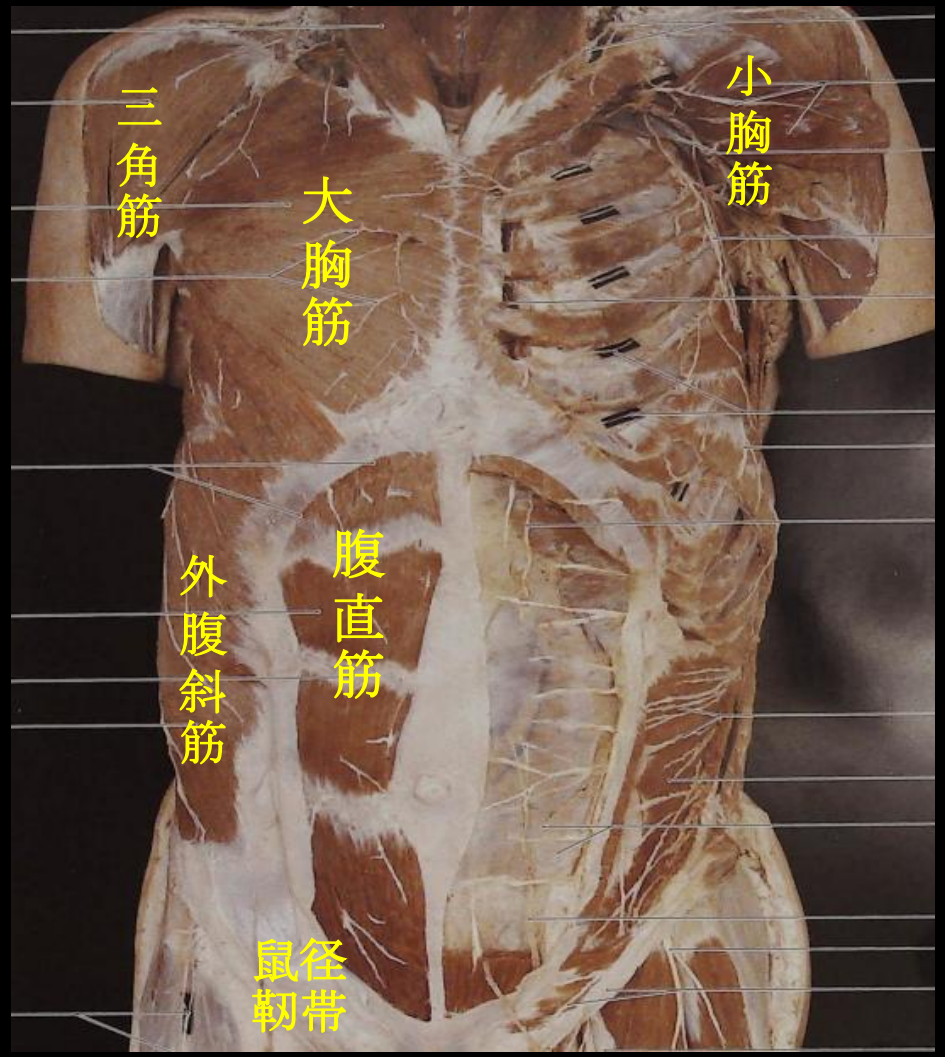
第9胸椎の肋横突関節は平面である(矢印)

第7-10胸部リングの胸椎横突起の関節面は平らな故に
肋骨結節が上方に滑ると回旋を伴って肋骨は下方に傾斜する
（バケツの柄運動）

Diane Lee (著)胸郭統合アプローチ.医歯薬出版.2020 P6

吸気/呼気の肋骨運動を促す

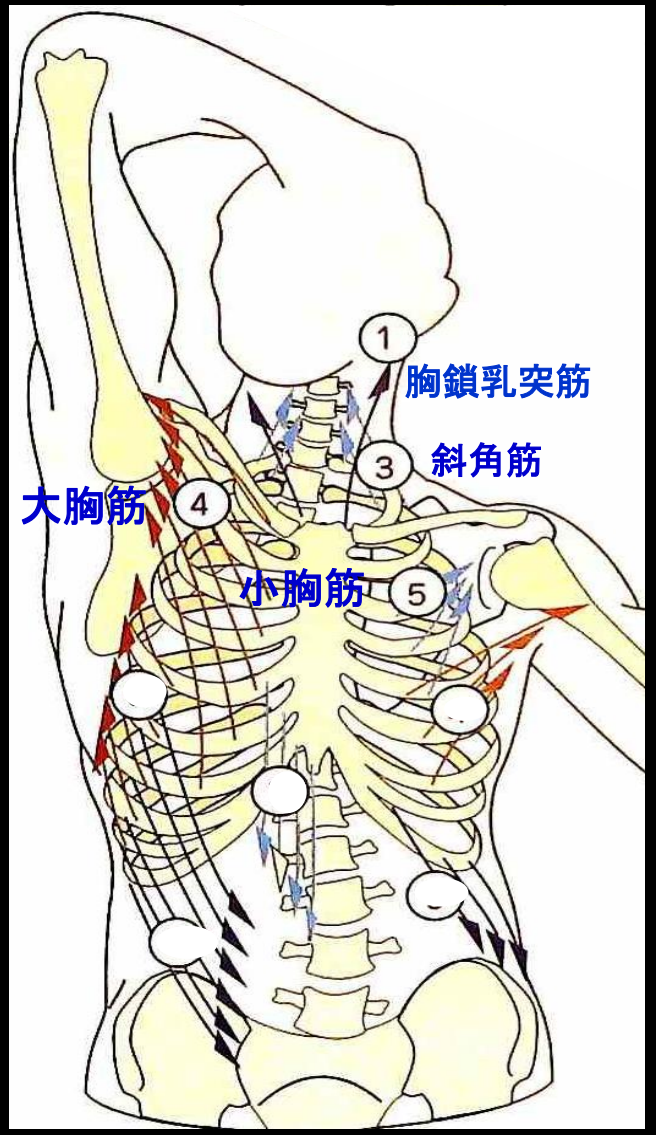
胸郭挙上（吸気）



胸腹壁　左浅層　右深層

大胸筋/小胸筋は
胸椎・肩甲骨・上肢外転が
他の筋により支えられて
いるときに胸郭挙上
（吸気）に働く

胸鎖乳突筋/斜角筋は
頸椎が他の筋により
支えられているときに
胸郭挙上（吸気）に働く

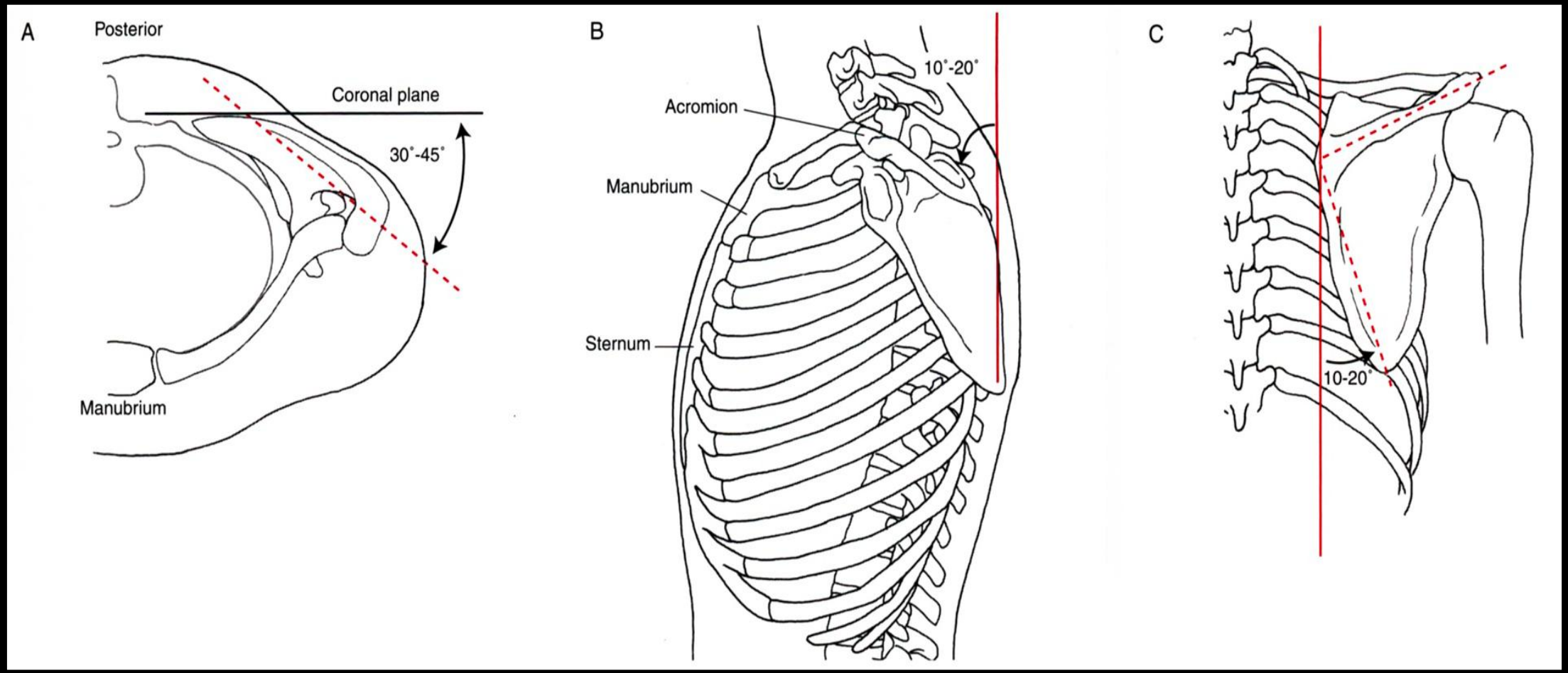


（左図）坂井建雄・他（監訳）:プロメテウス解剖学アトラス頭頸部神経解剖 第3版. 医学書院.2019　P44
（右図）A.I.Kapandji（著）カパンジー機能解剖学 III 脊椎・体幹・頭部 原著第7版（2019）医歯薬出版　P163

胸郭挙上

肩甲骨セッティング

肩甲骨セッティングとは、肩甲骨を内転して下制しさらに後傾して
肩甲骨の安定性をつくることをいう。関節窩の位置を最適化する為の
肩甲骨の動的定位であり肩甲上腕関節に可動性と安定性を許容する。



Pamela K. Levangie:Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis Fifth Edition by F.A. Davis Company (March 9, 2011)

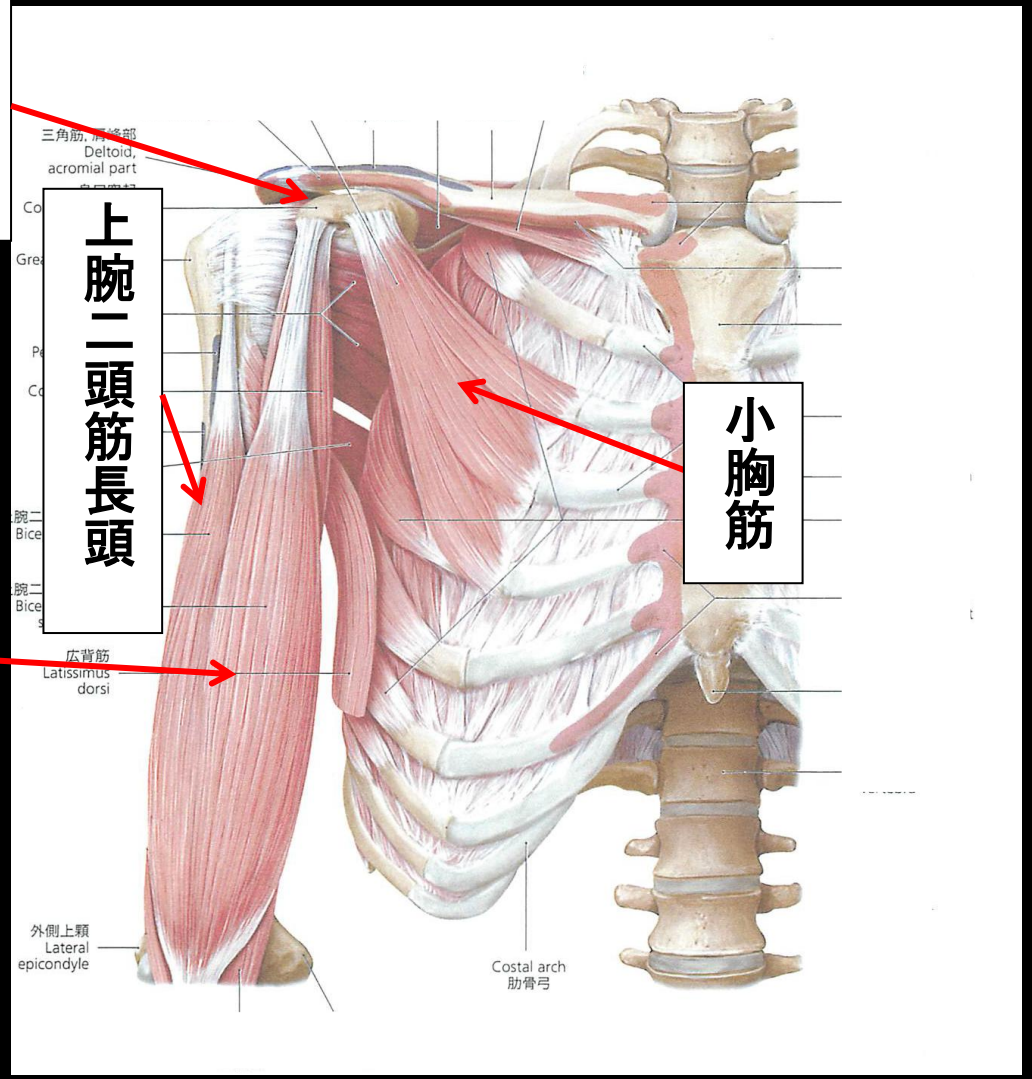
肩甲骨セッティング

胸郭の解剖

烏口突起

上腕二頭筋長頭

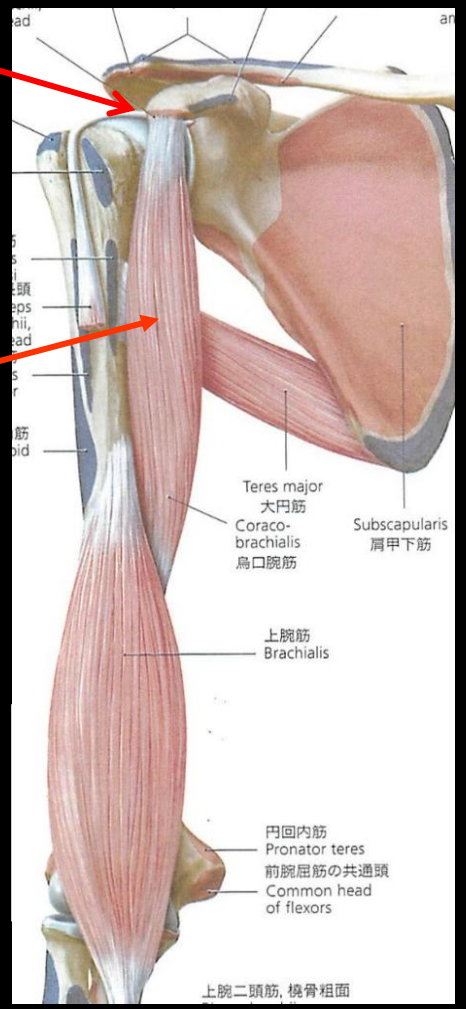
上腕二頭筋短頭



小胸筋

烏口突起

烏口腕筋

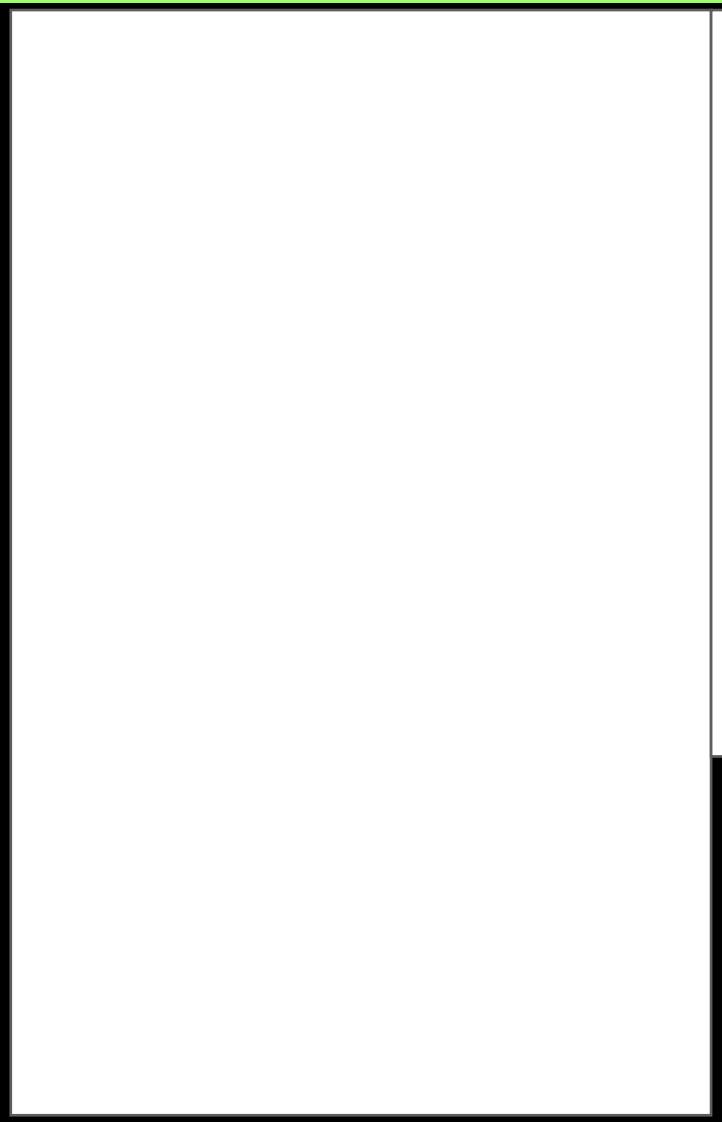


坂井建雄(著)プロメテウス解剖学アトラス解剖学総論/運動器系 第3版.医学書院　2016

上腕二頭筋と小胸筋に烏口突起を介して連続的な過活動が生じ上部肋骨の運動性を阻害する。上腕二頭筋短頭と小胸筋と乖離させ上部肋骨の運動性を促通する。

胸郭を抗重力活動させる大胸筋は、胸郭に張り付くように固定され肩関節を内旋し上部肋骨運動を阻害する故、大胸筋を頭側へリフトアップし右胸郭の抗重力活動を促す

胸郭発達のための抗重力姿勢保持



立位保持装置

前もたれ座位

膝立ち腹臥位

換気

前もたれ座位＜腹臥位＜側臥位＜背臥位

腹臥位保持

長期間の背臥位は胸郭扁平が生じやすい

（図）香川大学医学部附属病院　形成外科・美容外科「むねのかたち研究室」
https//www.med.kagawau.ac.jp/~keisei/routo/basic/history/merit.php
（最終アクセス2025年1月19日）

抗重力姿勢の腹臥位保持

腹臥位保持装置

抗重力姿勢の腹臥位保持

腹臥位保持装置

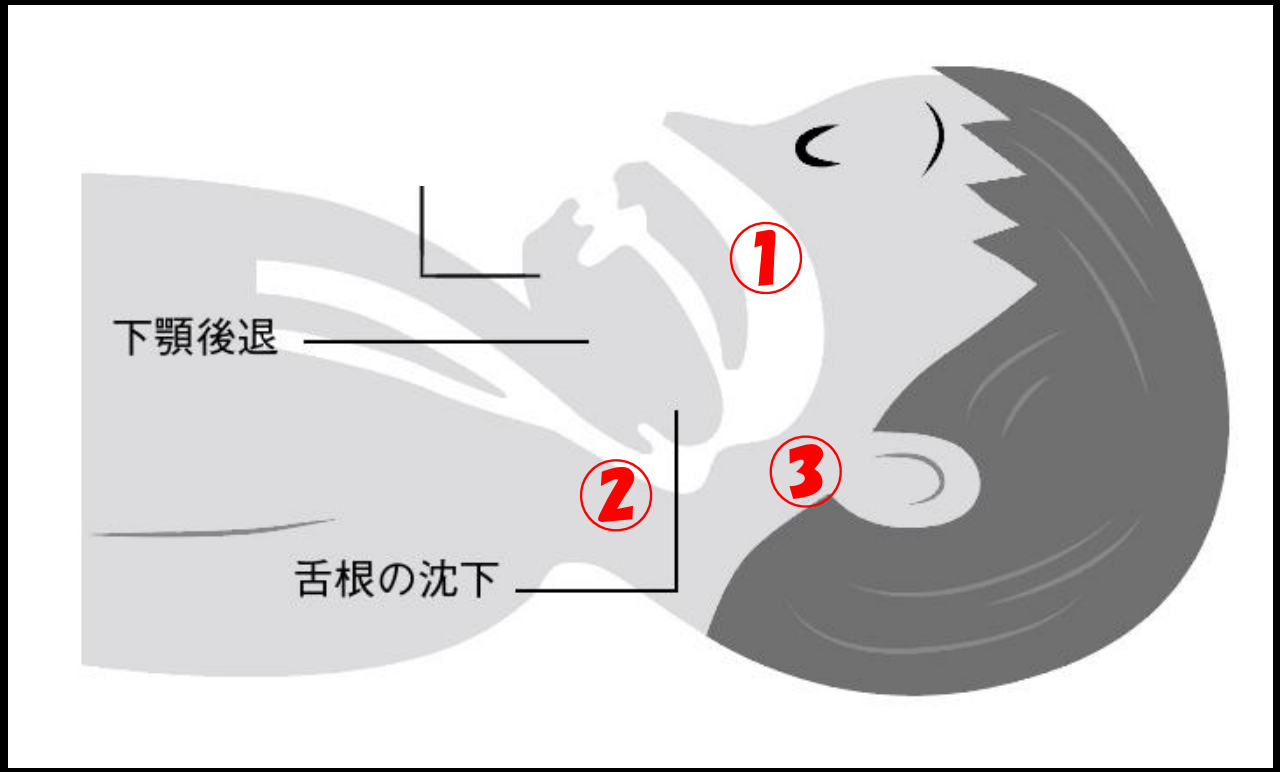
胸郭発達のための側臥位姿勢保持

ブックエンドで固定

上気道性呼吸障害へのアプローチ

上気道性呼吸障害の要因

①鼻腔拡大筋群活動異常による鼻腔狭小
②下顎後退/舌根沈下による中咽頭狭窄
③顎関節可動性低下



イラスト（株式会社gene）禁無断複製

上気道性呼吸障害のアプローチ

①鼻腔周囲の上気道拡大筋へのアプローチ
鼻咽腔拡大と鼻呼吸の誘導
②咀嚼筋への介入による下顎の運動と発達
下顎後退の改善による中咽頭拡大

金子断行:重症心身障害児（者）の上気道通過障害性呼吸障害のアプローチ.日本重症心身障害学会誌45.103-105.2020

①鼻腔周囲筋群(上気道筋)へのアプローチ

✓**上唇鼻翼挙筋**

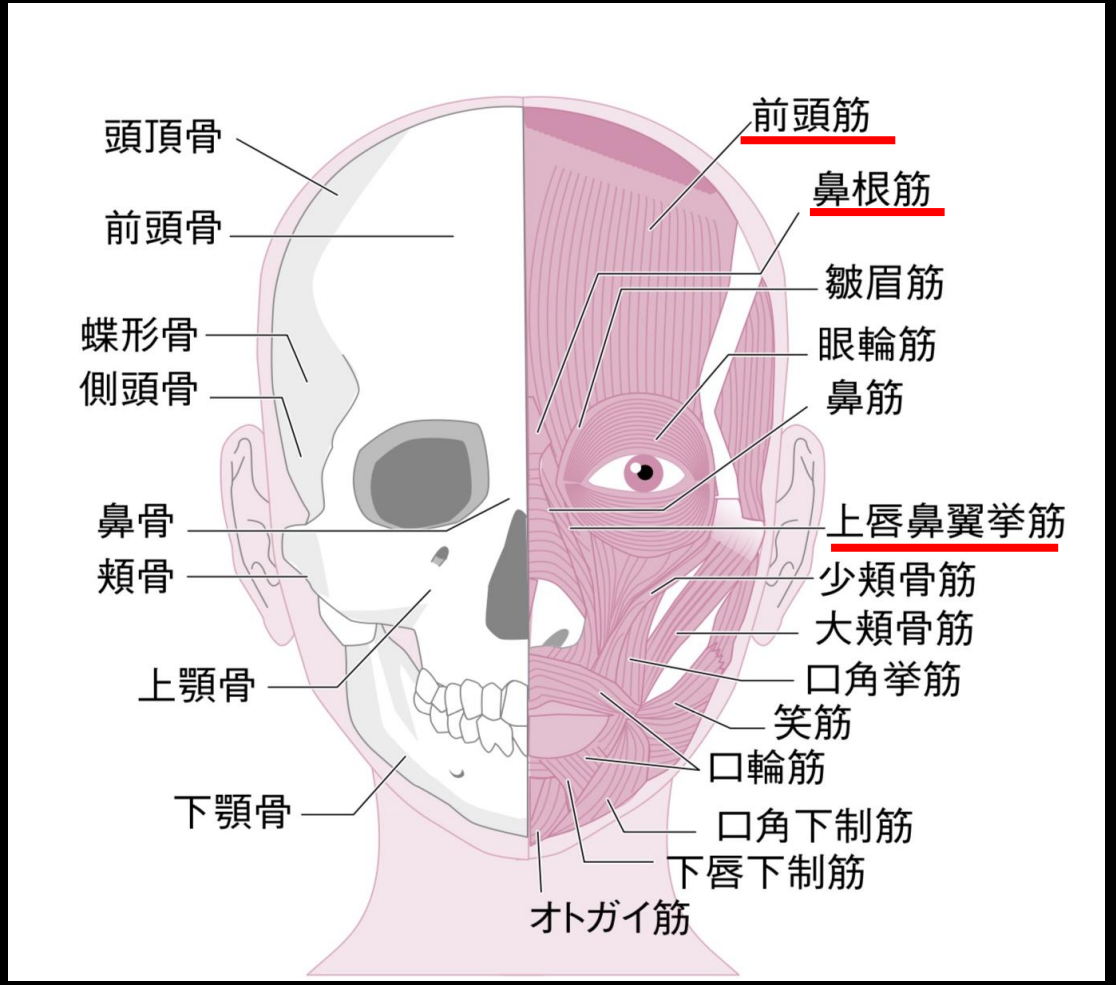
【作用】上唇と鼻翼の挙上

✓**鼻根筋**

【作用】眉間の皮膚の引き下げ
鼻根に横皺を寄せる

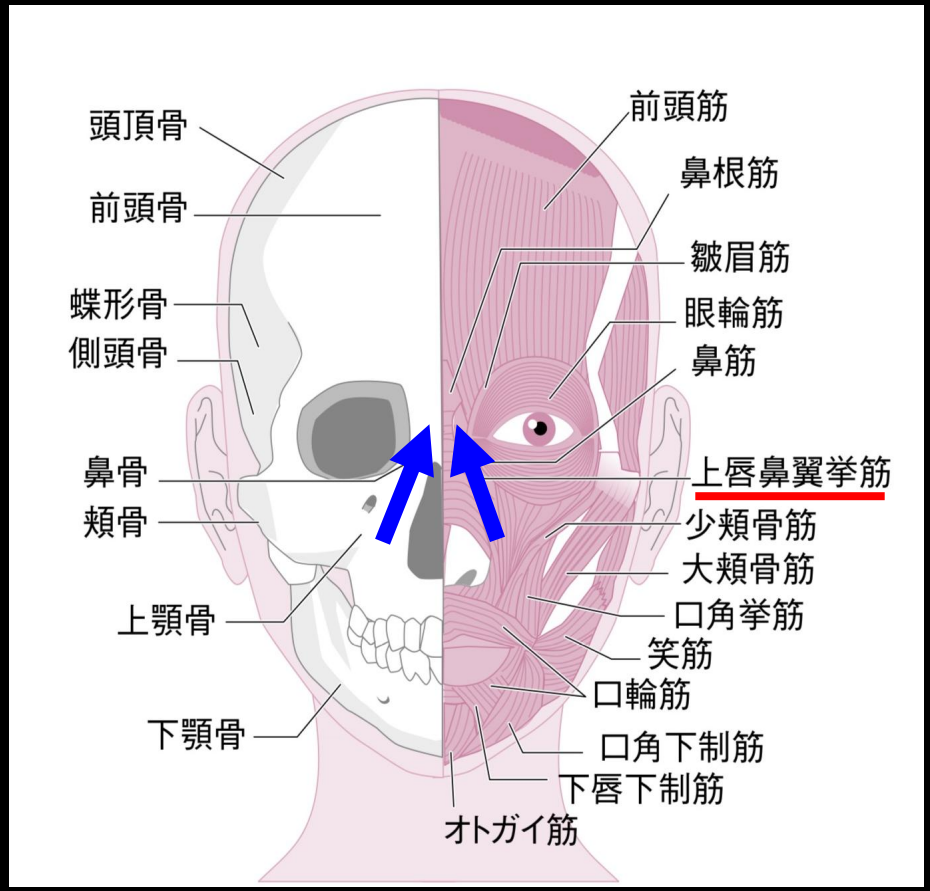
✓**前頭筋**

【作用】額に皺を寄せる



金子断行：実践に基づく重症心身障害児者の理学療法ハンドブック.株式会社ともあ.2021.P69

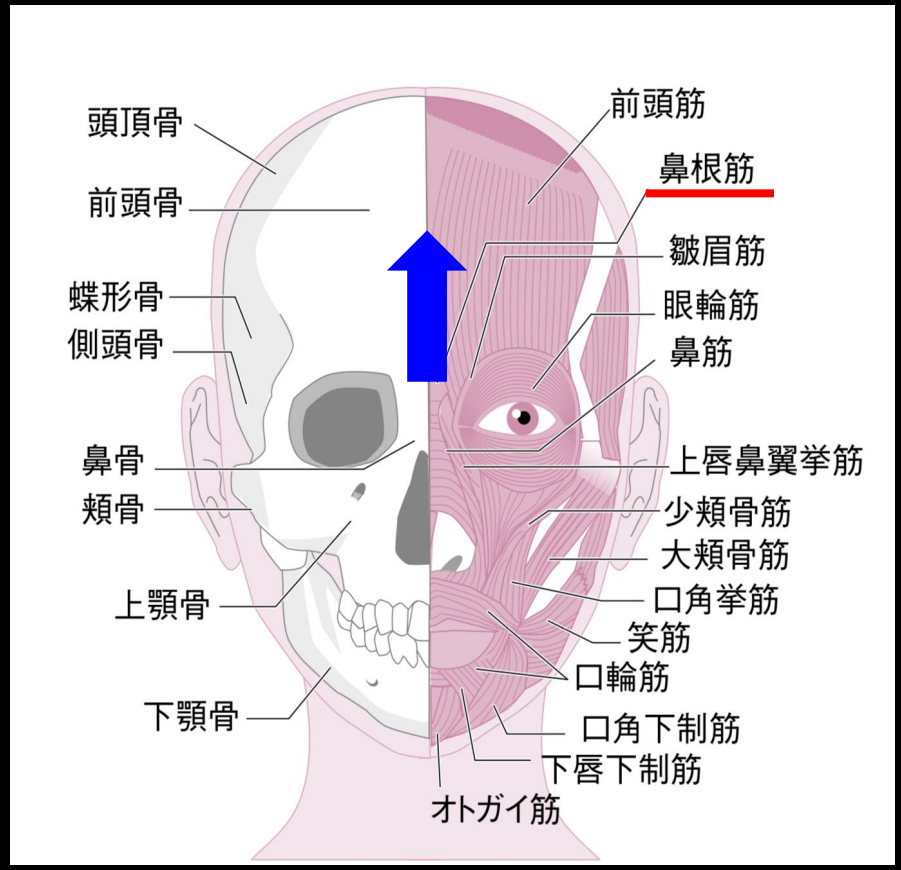
上唇鼻翼挙筋へのアプローチ



筋活動と柔軟性を促通し鼻翼を挙上させる。両鼻腔を拡張させる抗重力筋活動を促す。

金子断行：実践に基づく重症心身障害児者の理学療法ハンドブック.株式会社ともあ.2021.P71

鼻根筋へのアプローチ



短縮を引き伸ばし

頭頂方向へ筋活動を促通

金子断行：実践に基づく重症心身障害児者の理学療法ハンドブック.株式会社ともあ.2021.P71

アプローチ前

浅い鼻呼吸

アプローチ後

深く強い鼻呼吸/鼻呼吸の誘導

気流・温度などが鼻腔内受容器への刺激となり上気道拡大筋の筋活動に影響を与える可能性がある

- 鼻腔内に流れ込む空気の温度が下がると前篩骨神経の放電頻度が高くなり呼吸活動に影響を及ぼす可能性がある[1)]
- 鼻腔内の呼吸活動を制御する受容器を麻痺させると上気道の筋肉に何らかの作用が働き気道が閉鎖方向に傾く[2)]
- 口呼吸は鼻呼吸に比べて上気道拡大筋である鼻翼筋・顎舌骨筋ともに筋電図の活動電位が低かった[3)]
- 鼻内に何らかの受容器が存在し受容器が気流や温度などの刺激で上気道拡大筋の筋活動への刺激を保つ可能性が示唆されている

受容器	主な刺激
1. irritant receptor	機械的刺激，化学的刺激
2. respiratory-modulated mechanoreceptor	機械的刺激
a）pressure receptor	（気道内圧変化）
b）drive receptor	（筋収縮）
3. cold (flow) receptor	気流（温度変化）
4. C-fiber receptor	カプサイシン

上気道受容器の分類

1)Tsubone H : Nasal ‘flow’ receptors of the rat. Resp Phisiol 1989 ; 75 : 51—64.

2)White DP, Cadieux RJ, Lombard RM, et al : The ef- fect of nasal anesthesia on breathing during sleep. Am Rev Respir Dis 1985 ; 132 : 972—975.

3)Basner RC, Simon PM, Schwartzstein RM, et al : J Appl Physiol 1989 ; 66 : 1766—1771.

上気道性呼吸障害のアプローチ

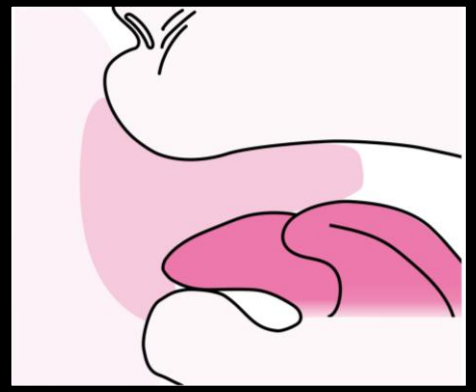
①鼻腔周囲の上気道拡大筋へのアプローチ
鼻咽腔拡大と鼻呼吸の誘導

②咀嚼筋への介入による下顎の運動と発達
下顎後退の改善による中咽頭拡大

金子断行:重症心身障害児（者）の上気道通過障害性呼吸障害のアプローチ.日本重症心身障害学会誌45.103-105.2020

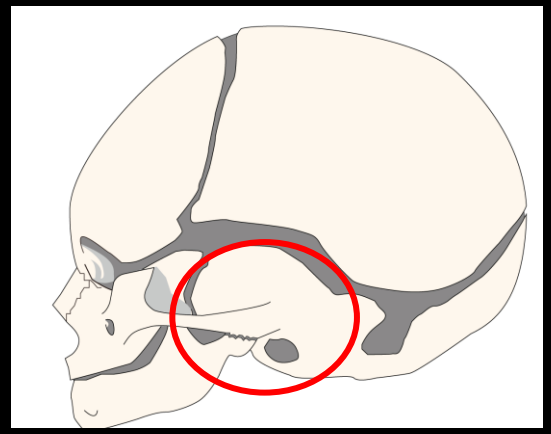
下顎の発達

■出生直後、下顎は小さく上顎に比べ後方に位置する
■新生児期は飲み込む時、舌の運動を1日1200～2400回繰り返す
同期して下顎の上下運動が行われ顎を発達させる
■下顎は１歳ごろまで大きく急成長し前にでてくる
■下顎頭関節突起部の軟骨内化骨の成育により下顎骨を前下方に成長させる

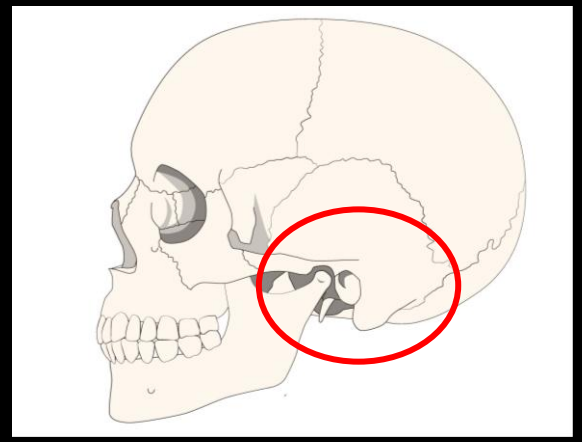


岡崎好秀（国立モンゴル医学・科学大学歯学部客員教授）口の中はふしぎがいっぱい：株式会松風歯科クラブ発行（2019年3月）

- 下顎枝と下顎頭の角度は2歳までに約138度・6歳までに約126度・成人で約120度となり顎関節が成長発達する
- 下顎骨の発育は骨体が母体となり下顎枝と下顎頭の発育を誘導し骨体は歯の萌出と関連するといわれている



新生児



成人

J. Bosma.Development of feeding.Clinical Nutrition23.1986

Donald H. Enlow(黒田敬之監訳):顔面成長発育の基礎第2版クインテッセンス出版.2016

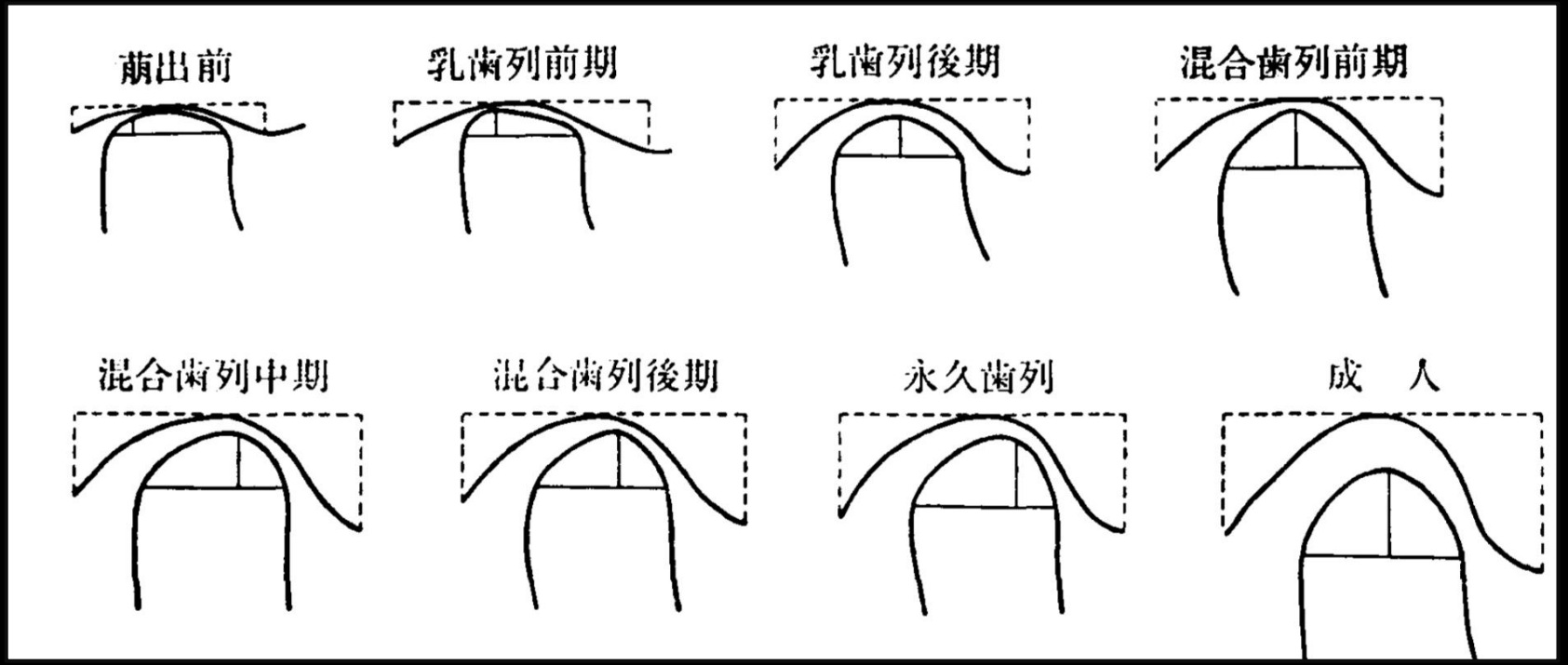
増齢により下顎頭と下顎窩の形状は変化する

■ **下顎窩の発育**

直線的から後方への彎曲が著明となり軽度のS状彎曲を示す

■ **下顎頭の発育**

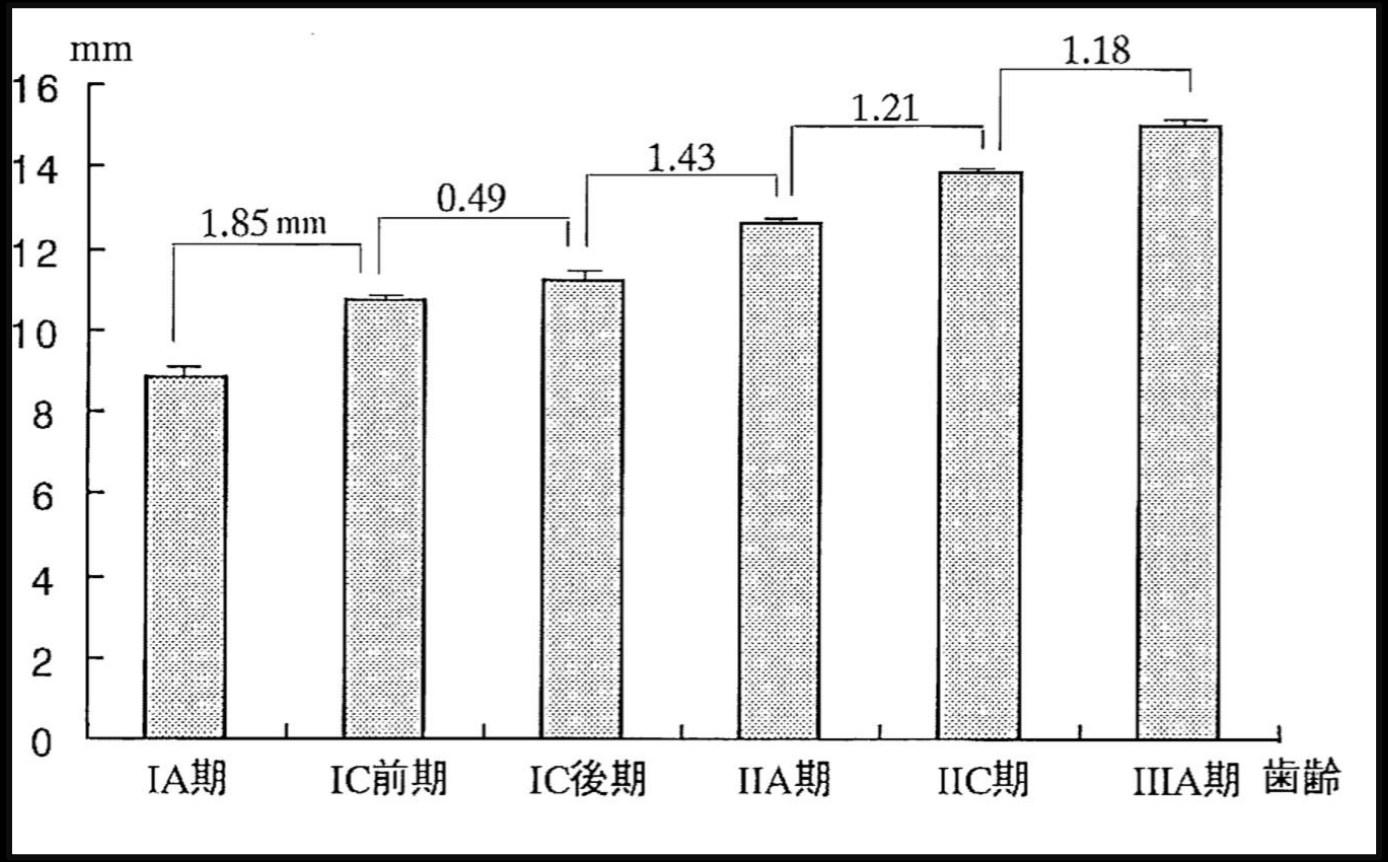
下顎頭の前後径は乳歯萌出前の1.4倍・内外径は2倍となる



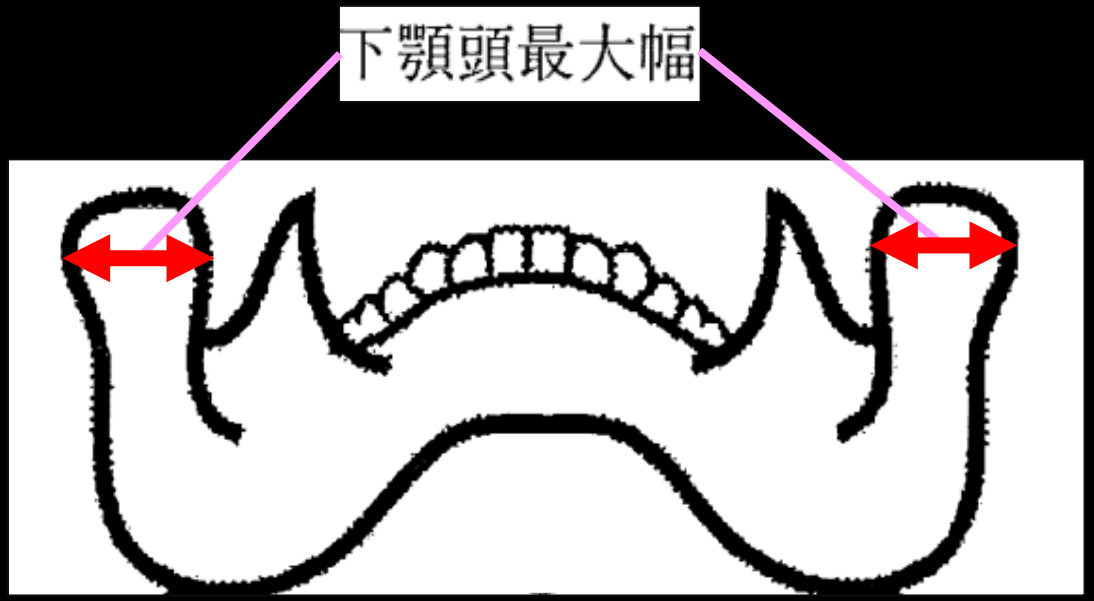
野坂洋一郎：顎顔面の個体発生とその成長.
岩医大歯誌 4 .155-164.1979

上條雍彦：顎関節と歯列（特に有歯顎と無歯顎の顎関節の差異について）.東京医歯大歯学部顎口腔総合研究施設編;顎運動とそのメカニズム,日本歯科評論社, 63-74 1976

下顎頭最大幅は全ての歯齢間で有意に増大する



【下顎頭最大幅】全ての歯齢における
平均値と各歯齢間における発育量



歯齢

- Ⅰ A期　：乳歯萌出前
- Ⅰ C前期：乳歯萌出期
- Ⅰ C後期：乳歯萌出期
- Ⅱ A期　：全乳歯萌出完了
- Ⅱ C期　：永久歯萌出開始期
- Ⅲ A期　：第一大臼歯中切歯全て萌出

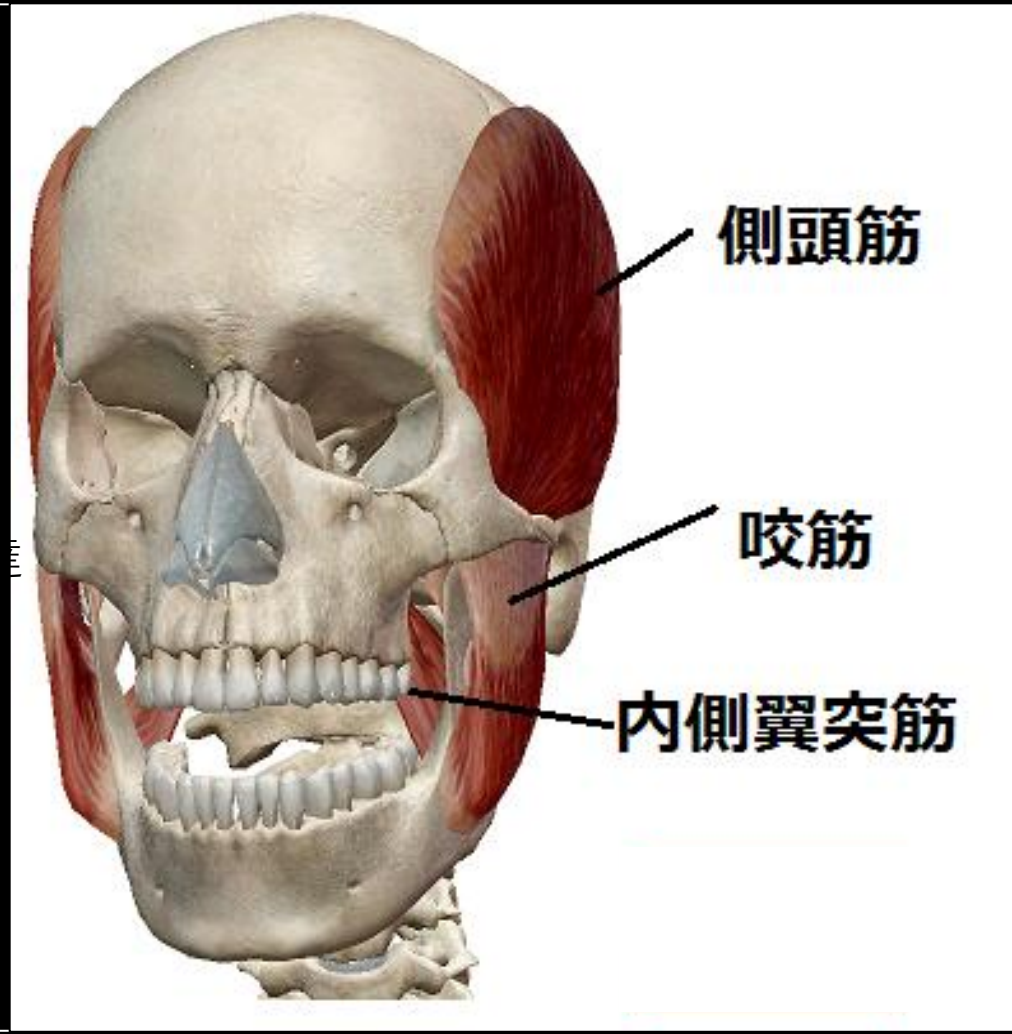
守口憲三：下顎骨の成長発育に関する検討.小児歯科雑誌4,514-531：2003
（インド人小児の乾燥頭蓋骨160個体を用いて下顎骨の発育変化を検討）

②咀嚼筋への介入による下顎の運動と発達

✓咬筋・内側翼突筋

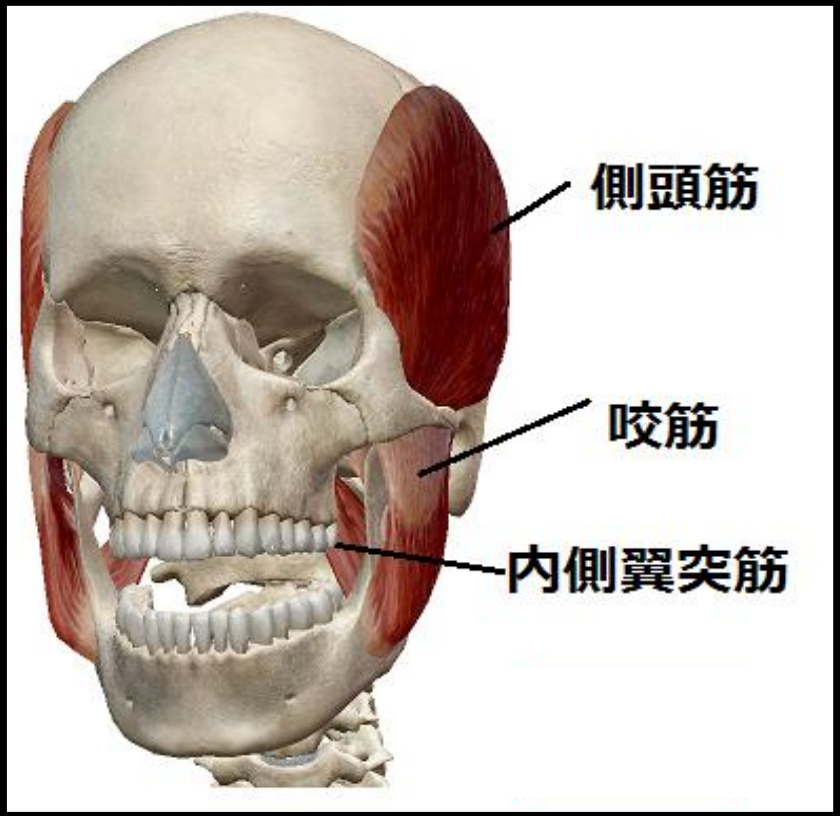
【作用】下顎挙上・下顎の安定的な吊り下げ

【仮説】内側翼突筋/咬筋の非対称性低活動・低緊張・過緊張により下顎後退が生じる



プロメテウス解剖学アトラス(頭頚部/神経解剖).第3版.医学書院.2019

咬筋と内側翼突筋のアプローチ

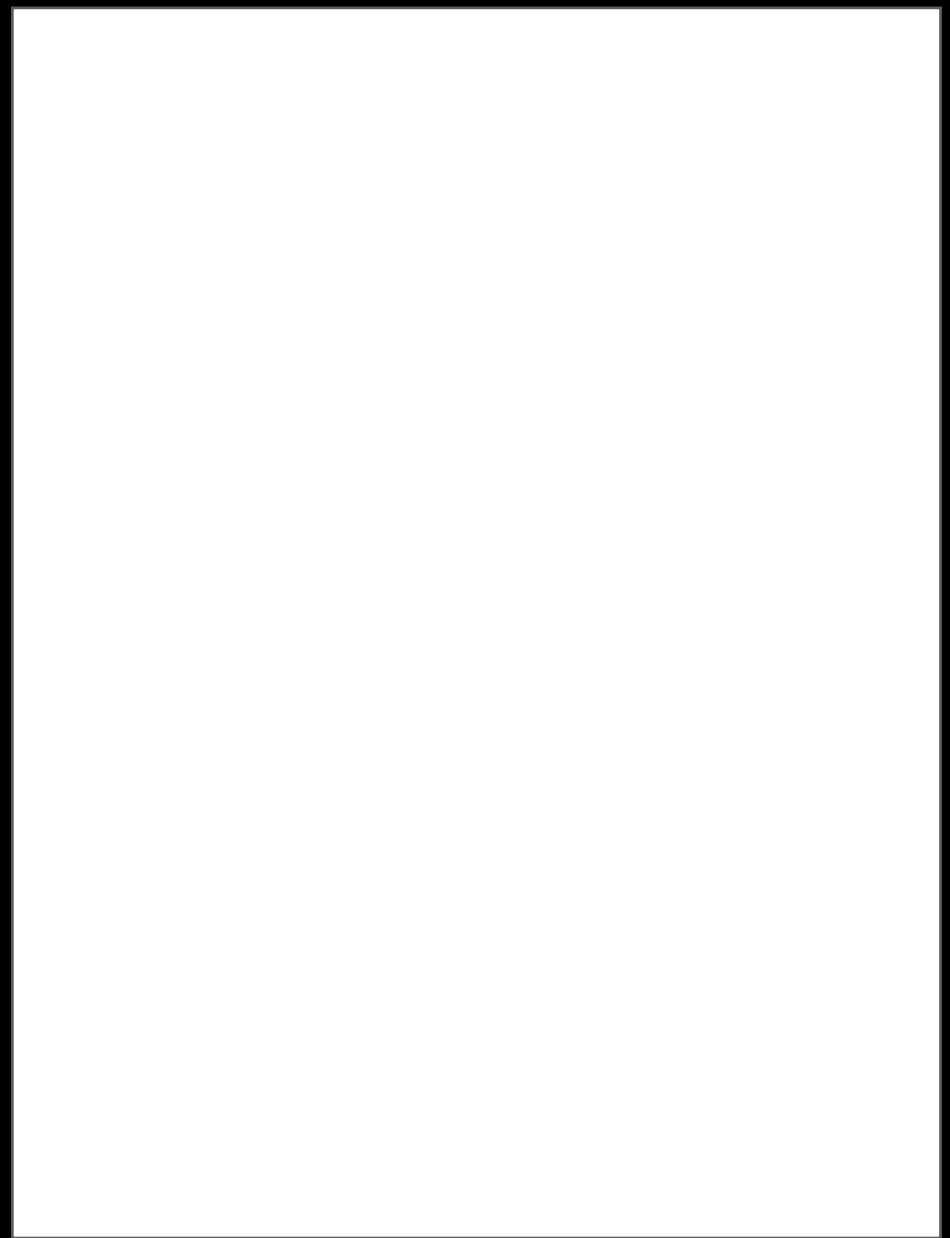


筋刺激により筋活動を促通して
下顎を挙上させ対称的に吊り上げる

プロメテウス解剖学アトラス(頭頚部/神経解剖).第3版.医学書院.2019

アプローチ後

下顎の開閉が円滑となる



下顎挙上が与える効用

- 咀嚼運動促進
- 口唇閉鎖
- 口腔内衛生保持
- 嚥下機能の促進

〖考察〗

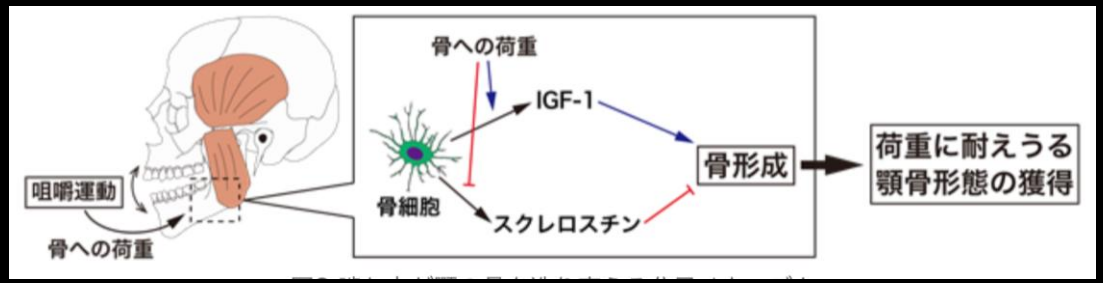
咀嚼筋機能の低下は下顎骨の外部形態・内部構造に影響を与える

筋機能の低下を誘発するために成長期ラット片側咬筋を切除。対象側に比べ実験側の下顎骨が全体に小さい・咬筋付着線弱小化・ 下顎角部狭小化・角前切痕浅層化・下顎枝部高さの減少を認めた。実験側下顎頭の軟骨層厚径の減少・下顎骨基底部・下顎角部においてカルシウムとリンの濃度低下を認めた。この結果、咀嚼筋機能の低下は下顎骨の外部形態・内部構造に影響を与えることが明らかとなった。

Yeonbum CHOI:The effect of masseter muscle dissection on the growth and development of the mandible in rat :日矯誌55. 501-514.1996

噛む力は顎の骨を作り変える

噛む力を強化したマウスの顎の骨では
骨細胞が活性化し骨の形成を促進させる。
咀嚼トレーニングにより適切な顎の成長を
誘導できる可能性が示唆される。



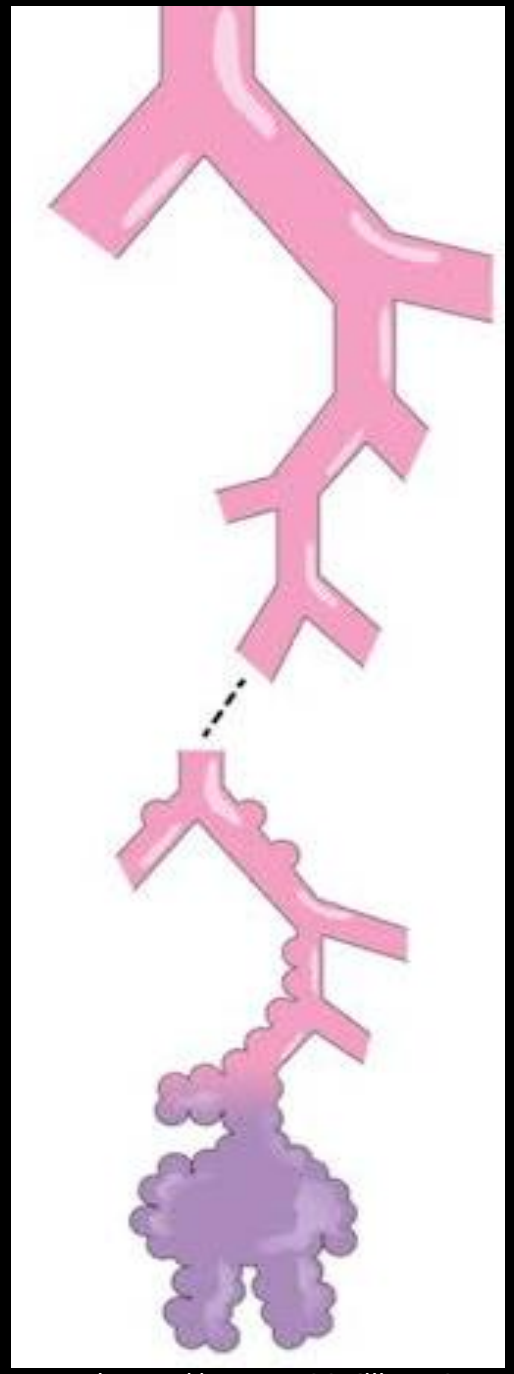
Masamu Inoue:Forceful mastication activates osteocytes and builds a stout jawbone. Sci Rep. 2019; 9: 4404.

排痰

気管と気管支

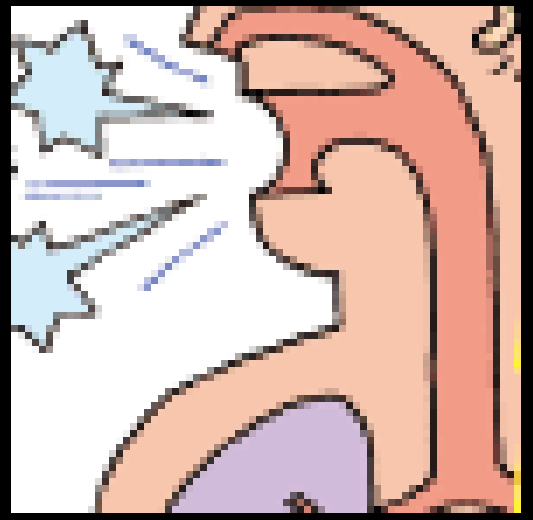
アストラゼネカ株式会社
（AstraZeneca K.K.）

排痰のメカニズム



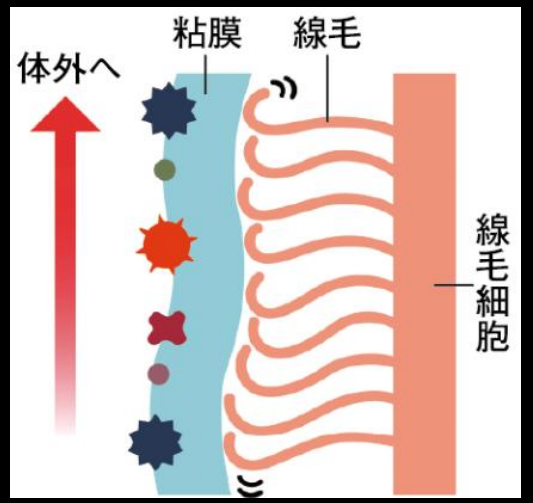
https://xno1qq22cjlllou16giuj.jp/archives/5741

第1～7/8分岐 （※3）
咳嗽



独立行政法人環境再生保全機構 パンフレット
https://www.erca.go.jp/yobou/pamphlet/document_dl/index.html

第1～17分岐 （※2）
線毛運動



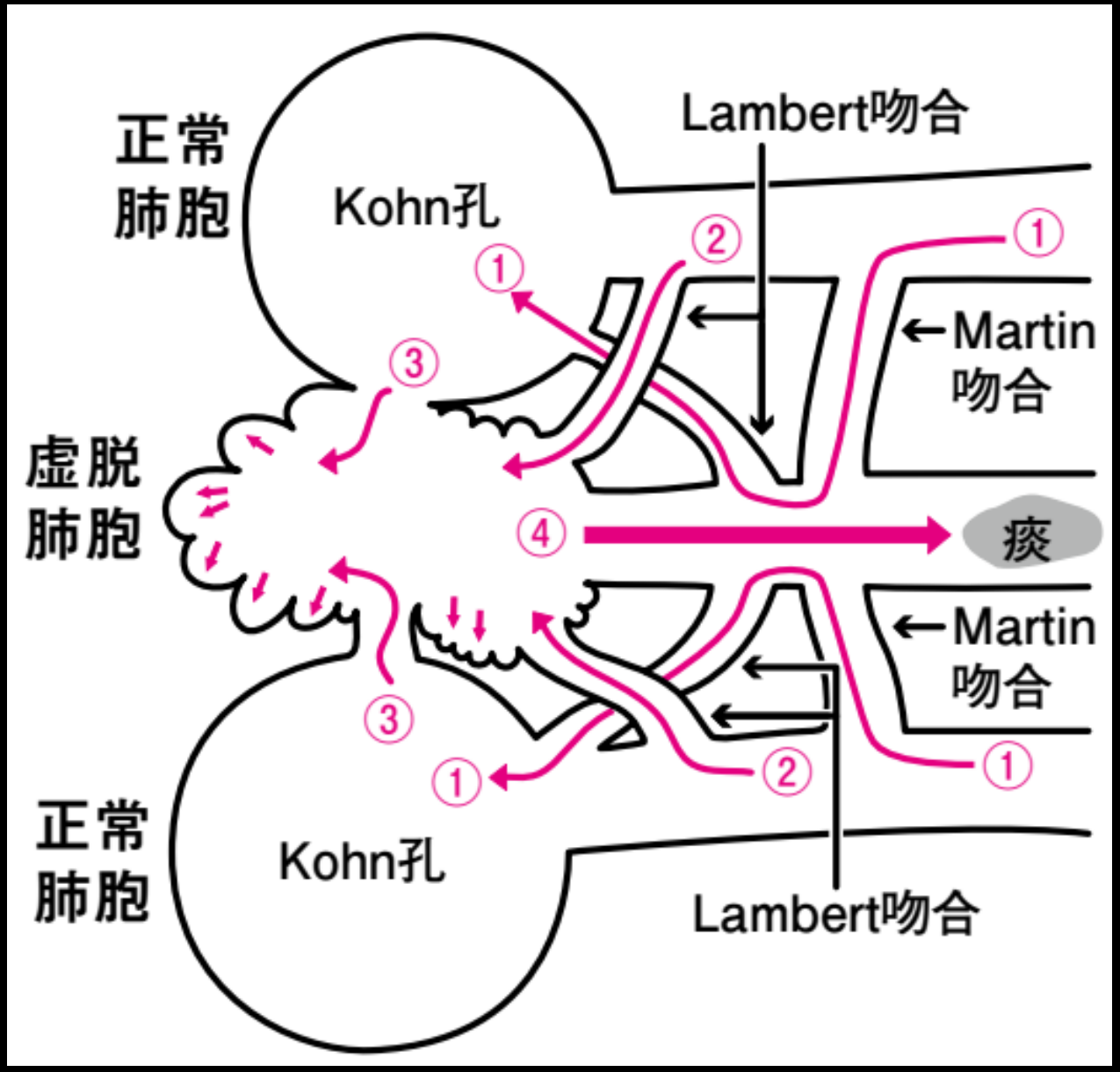
グアイフェネシン 大正健康ナビ

https://www.taisho-kenko.com/ingredient/38/

第17分岐～ （※1）
側副気道からの吸気/撹拌

痰は 1.35㎝/分の速さで咽頭側に移動
終末気管支から咽頭までの長さは 約25～30㎝
咽頭に移動する時間は 約20～30分

（※１）　末梢気道の側副気道　虚脱肺胞の改善と排痰



① 側副気道（Martin吻合 Lambert吻合）を
吸気が通り正常肺胞拡張
② 側副気道（Lambert吻合）で虚脱肺拡張
③ 隣接する正常肺からKohn孔を通り虚脱肺拡張
④ 主気道で呼気をするため痰を中枢気道へ移送

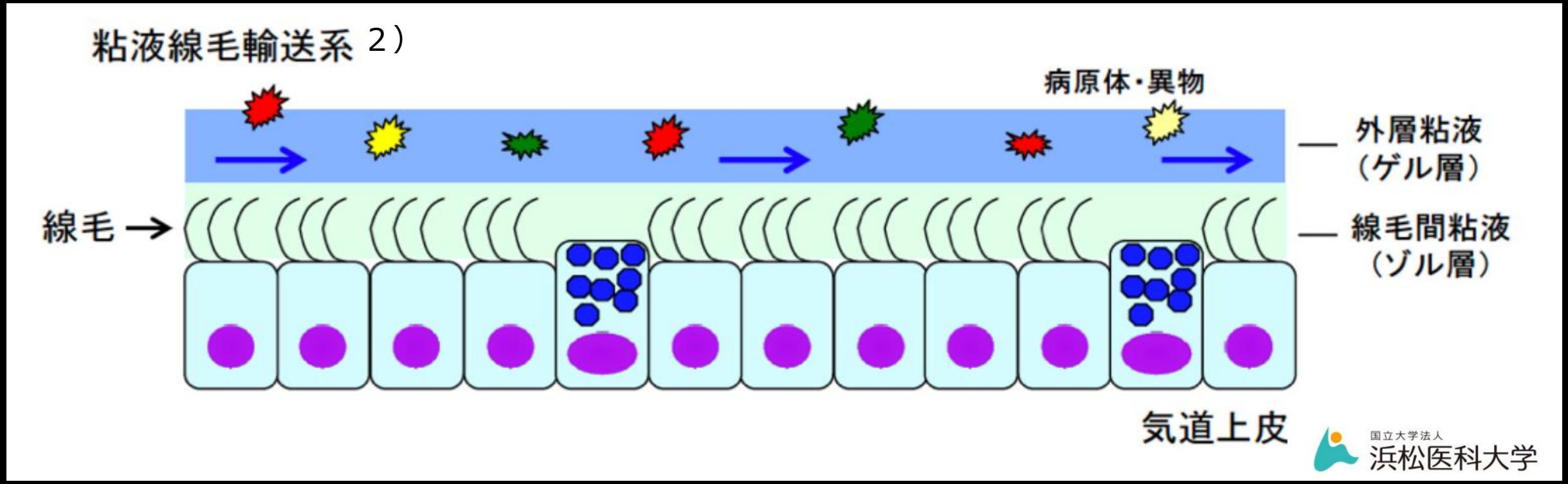
呼気と吸気の乱気流による撹拌
により痰は咽頭側へ移動する

充分な吸気が排痰の絶対条件である

金子断行・他(著)，実践に基づく重症心身障害児者
の理学療法ハンドブック．ともあ 2021　P64

（※２）気道粘膜の繊毛運動により痰は咽頭側に移送される

１分間に 1500回 動く繊毛運動により、痰は 1.35㎝/分の速さ・20～30mmHgの圧力で咽頭側に移動する。終末気管支から咽頭までの長さは 約25～30㎝なので咽頭や中枢気道に移動する時間は 約20～30分となる。
気道繊毛の異物除去運動は11~13 Hzで引き起こされる[1]。



１）Chilvers MA. et al: Functional analysis of cilia and ciliated epithelial ultrastructure in healthy children and young adults. Thorax 2003:58:333-338

２）Yosuke Kamiya,et.al.Influenza A virus enhances ciliary activity and mucociliary clearance via TLR3 in airway epithelium. Respiratory Research(2020年10月27日掲載)

チクソトロピー（Thixotropy）現象

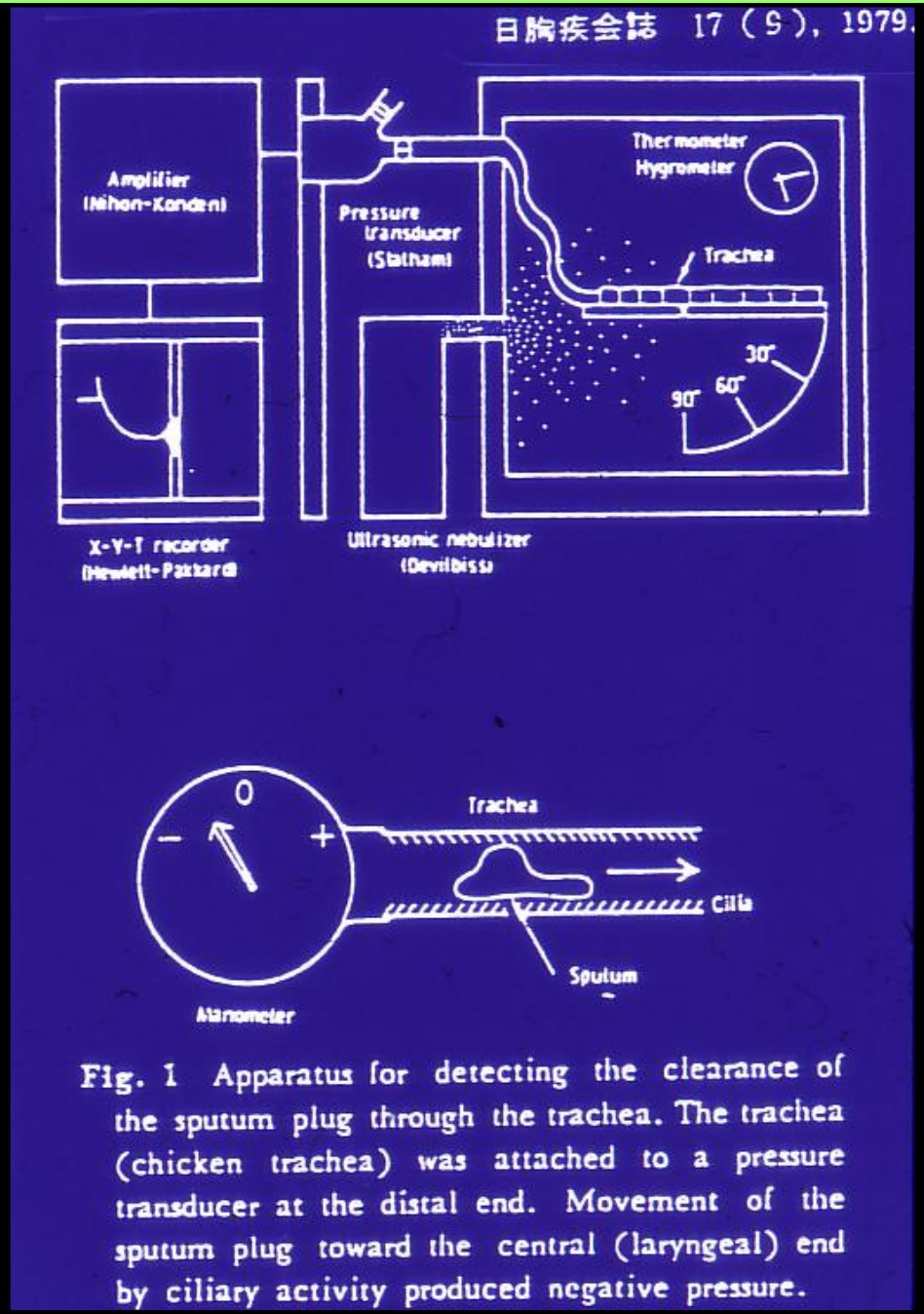


Fig. 1 Apparatus for detecting the clearance of the sputum plug through the trachea. The trachea (chicken trachea) was attached to a pressure transducer at the distal end. Movement of the sputum plug toward the central (laryngeal) end by ciliary activity produced negative pressure.

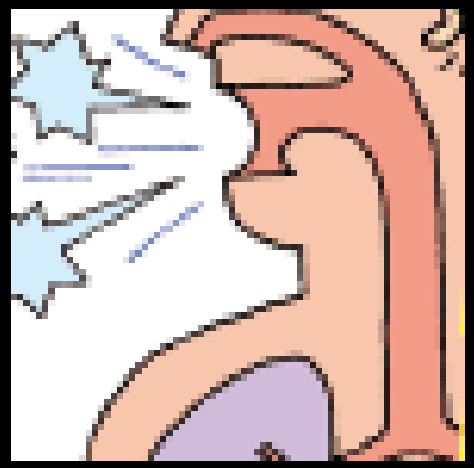
分泌物の粘調性の高さは痰の移動を阻害する

気管に加えた10Hzの振動は分泌物の粘調性を低下させる（チクソトロピー現象）

日本胸部疾患学会誌17(9):1979

金子断行：実践に基づく重症心身障害児者の理学療法ハンドブック.株式会社ともあ.2021.P82

（※３）咳嗽による排痰



中枢気道に痰が流出されたら
頸切痕の気管を指腹で軽圧して
催咳し排痰する

独立行政法人環境再生保全機構 パンフレット
https://www.erca.go.jp/yobou/pamphlet/document_dl/index.html

金子断行：実践に基づく重症心身障害児者の理学療法ハンドブック.株式会社ともあ.2021.P82