



Celebrate babies the way they are

ピジョンの母乳育児支援の考え方

母乳育児支援ステートメント

私たちは適切な情報や商品・サービスを通して、
赤ちゃんとも母親が望むだけ長く母乳育児を続けられるよう応援します。
様々な理由で母乳育児が困難な場合も
赤ちゃんの健やかな成長のために最善な方法をお届けします。

Research Report 2021----05 哺乳研究

小さく生まれた赤ちゃんの「飲める」を目指す

低出生体重児・早産児の 嚥下と呼吸の発達を 探求するピジョンの研究

ピジョン株式会社

〒103-8480 東京都中央区日本橋久松町4番4号 Tel:03-3661-4200(大代表)

2021年9月発行

赤ちゃん一人ひとりが生まれ持った輝きを育む

ピジョン 研究レポート 2021-05

小さく生まれた赤ちゃんの「飲める」を目指す
低出生体重児・早産児の嚥下と呼吸の発達を探究するビジョンの研究

ビジョンでは哺乳運動に未熟性が認められる低出生体重児や早産児に向けた商品の研究開発も進めています。発達途上にある哺乳運動を探究し、どのような機能を支える商品を生み出すことが有効かを常に問いながら、専門家と連携して研究開発にあたっています。

ビジョンの研究の視点

低出生体重児・早産児の「吸着」「吸啜」「嚥下」

ビジョンでは哺乳運動を「吸着」「吸啜」「嚥下」の3つの要素を軸にしてとらえ、観察を行っています。新生児や低出生体重児、早産児をサポートする際には、この3つの運動をそれぞれ考慮することが有効です。特に低出生体重児や早産児では、吸着、吸啜、嚥下に未成熟性を認める場合が多く、哺乳運動の発達状態、特性を理解することが重要です。

低出生体重児・早産児の吸啜運動の発達

ビジョンでは、小さく生まれた赤ちゃんの「飲める」を目指して哺乳運動を探究してきました。低出生体重児や早産児では哺乳運動が未成熟であり、吸啜圧の弱さや吸啜運動の不規則性などの特徴があることが知られています。しかし、哺乳運動がどのように発達していくのかについては必ずしも明らかになっていませんでした。こうした課題に取り組んだビジョンの低出生体重児・早産児の哺乳運動に関する各種の共同研究の結果は、専門書にも掲載され、支援の現場で役立てられています。

- 早産児の吸啜、嚥下、呼吸の発達と調和¹⁾
哺乳運動の発達についての客観的なデータによる把握が十分ではなかった2000年代初頭に取り組んだのが、圧センサを用いた観察手法を取り入れた吸啜行動の発達の検討です。
この研究では合併症等のない健常な早産児24名(在胎週数平均 30.0±0.18 週 (28.6 週 - 31.7 週))について、修正週数32週から36週の期間の吸啜の様子や

嚥下と呼吸のタイミングを調べました。吸啜圧は口腔内の吸啜圧を測定しました(表1、表2)。測定結果からは、修正週数32週から33週では弱く調和もみられなかった吸啜運動が、修正週数35週にかけて吸啜圧、頻度、持続時間ともに発達する様子が示されました。修正週数36週の時点の吸啜圧は平均 -87.3±2.4mmHgと、正常産児の日齢5の値(-80mmHg)²⁾に相当していました。
また修正週数32週から33週には嚥下の前後に呼吸を止めるパターンが多く認められたのに対し、修正週数35週以降には、その割合は低下し、代わりに「吸気-嚥下-呼気」という成熟したパターンの増加が確認されました。
こうした観察結果から、吸啜と嚥下の呼吸の成熟した協調運動は修正週数35週頃に確立していくと考えられました。

- 新生児期の哺乳評価と神経学的予後³⁾
新生児の吸啜行動の状態が、その後の神経学的発達の評価指標としても重要であることも分かってきました。
在胎週数平均37.8週(35.1週 - 42.7週)で生まれ哺乳障害を示す新生児65名について、哺乳時に口腔内で生じる圧出圧(舌と口蓋で乳首を押す力)と吸啜圧(乳首を吸う力)の状態により哺乳運動を4分類で評価したところ、生後18ヵ月時点での神経学的状況との関係性が認められ、神経学的予後の予測に有効であることが示されました(図1)。
4分類のうち哺乳障害の状態が重いClass1の「吸啜圧なし、弱い圧出圧」群(15名)では生後18ヵ月時点での神経学的評価において全例で重篤な障害が認められる一方で、Class4の「規則的な正常範囲の吸啜圧」群(30名)では4名が軽微な神経発達遅延が認められたもののその他の赤ちゃんは正常と評価されました。
4分類の哺乳運動の状態が不良であるほど、生後18ヵ月時の神経発達障害の割合が高い傾向が確認されています。
こうした結果から、哺乳運動の問題を早期に発見し課題に対応した支援策を採ることがその後の発達においても重要と考えられています。

表1 吸啜行動の発達 (修正週数32週から36週)

	32 週	33 週	34 週	35 週	36 週
吸 啜 圧 (mmHg)	-16.7±1.4	-31.2±2.0	-51.5±2.4	-70.1±2.4	-87.3±2.4
吸啜頻度 (分)	20.1±1.6	33.6±3.3	51.3±2.2	63.6±2.0	73.3±1.6
吸啜時間 (秒)	0.32±0.01	0.43±0.01	0.57±0.03	0.69±0.02	0.71±0.01
吸啜効率 (mL/分)	1.1±0.1	2.4±0.2	4.3±0.3	7.3±0.4	10.4±0.3

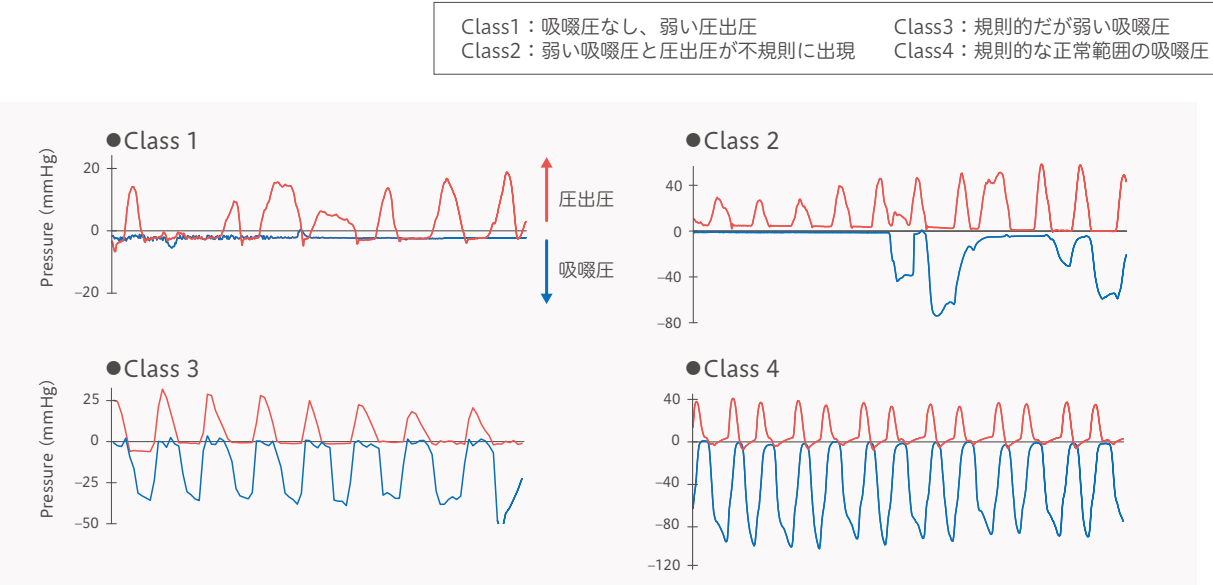
n=24, 平均値 ± 標準誤差. 35週と36週の吸啜時間を除いて全ての週齢、変数で有意な変化(発達)が認められた。

表2 嚥下のタイミングと呼吸状態の頻度の変化 (修正週数32週から36週)

嚥下前後の呼吸状態により9分類しました。		数値は頻度 (%) I: 吸気、E: 呼気、P: 呼吸休止、SW: 嚥下					
		32 週	33 週	34 週	35 週	36 週	P 値
Class 1	I-SW-I	8.6	5.9	8.9	6.7	7.3	NS
Class 2	P-SW-I	5.8	6.8	6.1	5.4	6.4	NS
Class 3	E-SW-I	10.5	16.7	16.1	18.6	18.4	<0.01
Class 4	I-SW-P	3.7	3.4	4.3	3.4	3.2	NS
Class 5	P-SW-P	41.3	31.8	20	13.1	11.6	<0.001
Class 6	E-SW-P	3.8	5	4.7	5.3	4	NS
Class 7	I-SW-E	14.7	17.2	25.2	29.9	31.3	<0.001
Class 8	P-SW-E	4.1	3.6	3.8	3.9	3.7	NS
Class 9	E-SW-E	7.6	9.6	9.8	13.7	13.8	<0.01

n=24, 平均値 ± 標準誤差. Class3,7,9 は週齢による有意な上昇を認めた。Class5では週齢による有意な減少を認めた。

図1 哺乳時の圧出圧と吸啜圧の状態のパターン分類



低出生体重児・早産児の 嚥下と呼吸の探究

低出生体重児や早産児では哺乳運動に未熟性があり、嚥下と呼吸の協調運動が不完全であることから誤嚥などを起こしやすいとされています。そこでビジョンでは専門家と協働し、NICU入院児の哺乳運動中における呼吸動態の変化を検討してきました。

●嚥下と呼吸の発達の基礎知識

大人の場合、嚥下によって呼吸は一時停止し、呼吸のリズムがリセットされて嚥下後の呼吸はほとんどの場合呼気から開始されますが⁶⁾、乳児期の嚥下においては、呼吸を止めることなく哺乳を続ける様子が日常的に観察されます。この背景としては、喉頭が高い位置にあり、口蓋垂と喉頭蓋の距離が近いため、呼吸しながら嚥下が可能となっていることが指摘されています⁴⁾(図2)。

こうした乳児期特有の嚥下は「乳児嚥下」と呼ばれ、

大人と異なり嚥下反射時に高度な呼吸との協調を必要としなくても誤嚥せずに嚥下が可能であることが指摘されています(図3)。しかし、この嚥下と呼吸の協調運動は完全ではなく、特に低出生体重児・早産児では哺乳中に換気量が低下し、経皮的動脈酸素飽和度(SpO₂)の低下や無呼吸が認められます⁵⁾。乳児の安全と十分な哺乳の実現による健全な成長を図るうえでも、嚥下と呼吸の調和の確立は、重要な発達のひとつです。

●乳児嚥下と成人嚥下の違い

	乳児嚥下	成人嚥下
呼吸	呼気と同期するが、呼吸停止は短い	呼吸を停止して行う
口唇・顎	顎が開き、上下口唇も開いている	口唇を閉鎖して嚥下
舌尖の位置	舌尖は下顎歯槽堤と乳首の間	舌尖は口蓋に押しつけて固定

(弘中, 2014, 表1を引用)⁴⁾

図2 乳児と成人の頭頸部矢状断の比較

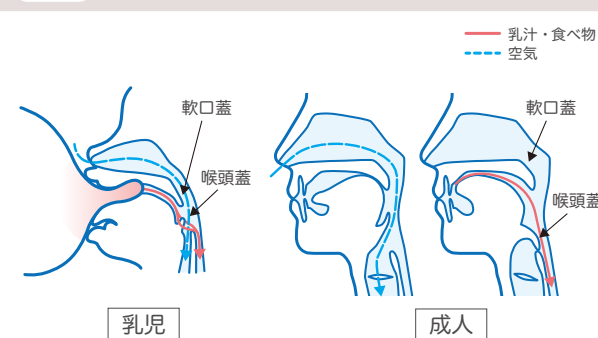


図3 新生児の嚥下の特徴⁷⁾

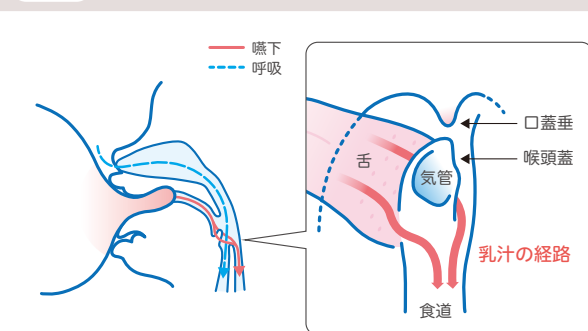
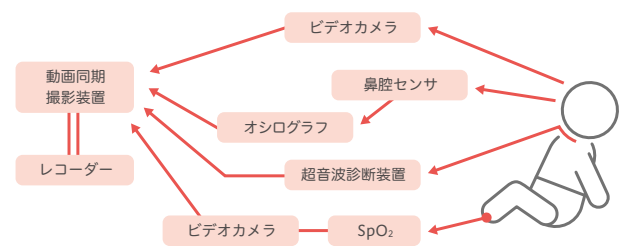


図4 鼻腔気流センサを用いた哺乳時の呼吸動態の観察

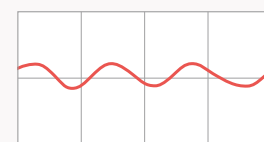
●観察・測定方法の模式図

顔側面画像と、鼻腔の呼吸曲線、エコー画像の3点を同期記録しました。



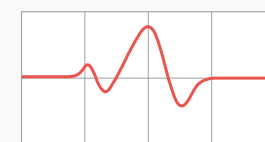
口腔内エコー像(矢状断エコー画像) 鼻腔気流の測定 口腔内エコーと鼻腔気流の測定方法

安静時の呼吸曲線のイメージ



緩やかな立ち上がり(呼気)と減衰(吸気)を繰り返す

哺乳中の呼吸曲線のイメージ



急峻な(スパイク状)の立ち上がり(呼気)と減衰(吸気)を示し、振幅が消失する区間(約500~600ミリ秒)が付随する

●嚥下と呼吸の協調運動と呼吸への負担

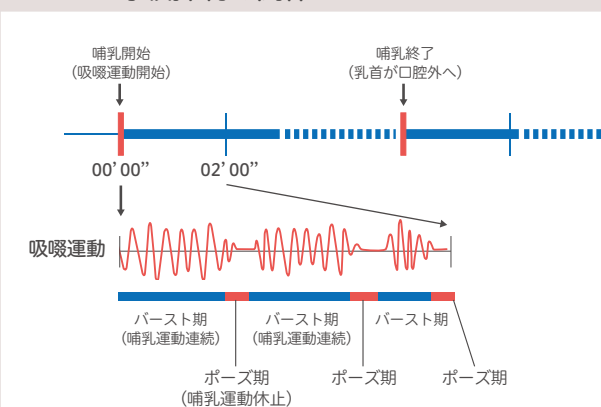
<嚥下中の呼吸動態を計測>

ビジョンの2006年の研究⁸⁾では、NICU入院児3名を対象に、哺乳中の赤ちゃんの呼吸の状態について、鼻腔気流センサを用いた観察研究を実施しました。その結果、安静時の呼吸曲線は穏やかな立ち上がりと減衰を繰り返すのに対し、哺乳中の呼気・吸気にはスパイク状の急峻な立ち上がりと減衰を示す変化パターンを呈し、その前後に気流が停止される期間(約500~600ミリ秒)が認められました。また、嚥下中の赤ちゃんの呼気・吸気はいくつかのパターン構成からなることが示されました(図4)。

<哺乳中の呼吸動態の種類と呼吸抑制の関係を整理>

同様の手法を用いた2007年の研究⁹⁾では、NICU児の全ケース(13例)において、嚥下休止時の毎分呼吸数は安静時より増加しており、哺乳運動が呼吸を抑制していることが示唆されました。また哺乳中の呼吸動態は、バースト期の気流のパターンにより3タイプに分けることができ、タイプAは気流が消失し、タイプBでは気流は連続するが安静時とは異なる気流のパターンを示し、タイプCは不規則な気流パターンを示しました。

図5 哺乳中の呼吸動態の種類と呼吸抑制の関係



呼吸動態(鼻腔)		
パターン	バースト	ポーズ
A	休止	
B	連続	連続
C	断続	

パターンA: バースト期に呼気・吸気が消失、ポーズ期にのみ呼気・吸気の気流の動きがみられる。
パターンB: バースト期にもポーズ期にも、呼気・吸気の気流の動きが連続してみられる。
パターンC: バースト期に呼気・吸気の気流の動きがみられるが断続的、ポーズ期には連続した気流の動きがみられる。

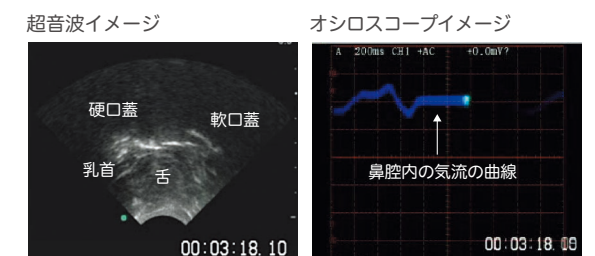
タイプAに分類された赤ちゃんはタイプBに分類された赤ちゃんよりも在胎週数が有意に短く、未成熟な呼吸と嚥下の協調運動が呼吸抑制につながっている可能性が示唆されました(図5)。

<乳汁流量による嚥下と呼吸への負担の関係を確認>

さらに2008年から2009年にかけての研究^{10) 11)}では、嚥下時には、軟口蓋・口蓋垂の挙上に伴い鼻咽頭閉鎖が起こり、一過性気流停止(500ミリ秒以内)が発生していることが確認されました。一方で、嚥下を伴わない吸啜の場合、乳汁は吸啜によって吸引され、口腔内喉頭蓋谷付近に停留し、鼻腔部気流停止が起こらず、呼吸が連続することが分かりました。

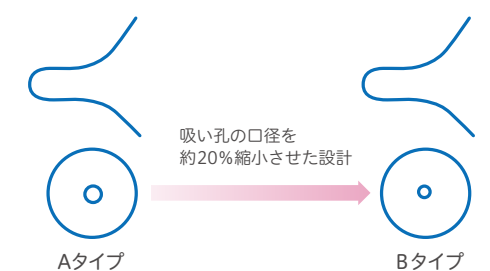
また、吸い孔サイズを変更した2種類の人工乳首により哺乳中の呼吸動態を比較した結果、吸い孔サイズの大きい人工乳首では口腔内の乳汁停留量が多く、吸い孔サイズの小さな人工乳首に比べて1回の吸啜当たりの嚥下発生頻度が高くなることが分かりました。このことから、乳汁流量の多い人工乳首を新生児や低出生体重児に用いると、嚥下回数の増加による呼吸抑制が生じやすく、呼吸に負担がかかる可能性があることが示唆されました(図6)。

図6 乳汁流量による嚥下と呼吸への負担の関係



●研究に使用した2種類の人工乳首

AタイプとBタイプの外形・材質などは同じで、先端の吸い孔の口径のみ変更しています。



小さく生まれた赤ちゃんの「飲める」を目指す 低出生体重児・早産児の嚥下と呼吸の発達を探索するビジョンの研究

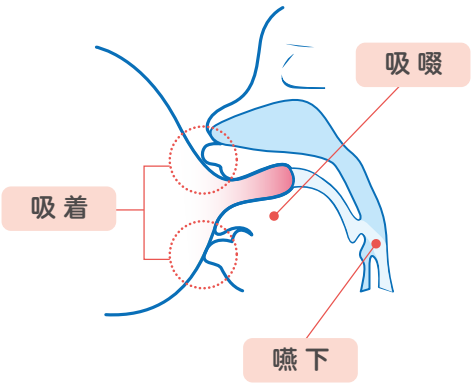
哺乳の3原則に基づく
低出生体重児・早産児への支援

ビジョンでは長年の哺乳研究を通して明らかになった哺乳運動に大切な要素を「哺乳の3原則」と呼び、研究開発の中核に置いています。哺乳の3原則とは、哺乳運動を構成する「吸着」と呼ばれる赤ちゃんの口唇による乳輪から乳頭への密着・密閉機能、「吸啜」と呼ばれる乳首をしぼるようにして乳汁を引き出す舌の運動、「嚥下」と呼ばれる乳汁を食道に移送する働き——の3つです(図7)。

低出生体重児や早産児の哺乳をサポートする際にも、この3つの働きを考慮することが有効です。低出生体重児や早産児の場合は、未成熟な状態の吸着、吸啜、嚥下が次第に成熟し、調和のとれた哺乳運動へと発達していきます。その間、哺乳運動のどの働きが不得手なのか、哺乳の3原則の一つひとつの機能をよく見てどこにどのような課題があるのかを探り、必要なサポートを行うことが大切です。例えば「哺乳をうまくできない」

い」といっても、その背景には、十分に吸着ができない、吸啜力が弱い、嚥下と呼吸の協調運動ができない、など様々なケースが存在します。このように哺乳の3原則を軸に哺乳運動の原理を追求し、必要とされる商品機能を見極めて提供するのがビジョンの哺乳研究のアプローチです。

図7 哺乳運動を構成する3つの主要因



参考文献

- 1) Mizuno K, Ueda A.The maturation and coordination of sucking, swallowing, and respiration in preterm infants. The Journal of Pediatrics . 2003; 142(1): 36-40.
- 2) 水野克己, 上田あき. 総説 乳児期における哺乳行動の発達. 小児科. 2000; 41(10): 1750-1756.
- 3) Mizuno K, Ueda A.Neonatal feeding performance as a predictor of neurodevelopmental outcome at 18 months. Developmental Medicine & Child Neurology. 2005; 47(5): 299-304.
- 4) 弘中祥司. 嚥下運動の発達, 田角勝, 向井美恵編著. 小児の摂食嚥下リハビリテーション 第2版. 医歯薬出版, 東京, 2014: 37-39.
- 5) 木原秀樹. 早産児についての哺乳の発達Q26. NEONATAL CAREハイリスク新生児 栄養管理・母乳育児 Q&A. メディカ出版, 大阪, 2015年秋季増刊(通巻380号):144-150.
- 6) 井上誠. 呼吸と摂食嚥下. 才藤・植田 監修 摂食嚥下リハビリテーション 第3版. 医歯薬出版, 東京, 2016: 92-93.
- 7) 向井美恵. お母さんの疑問にこたえる 乳幼児の食べる機能の気付きと支援. 医歯薬出版, 東京. 2013; 48.
- 8) 長島達郎ほか. 人工乳首を使用した哺乳運動中の呼吸動態の変化について. 日本周産期・新生児医学会雑誌. 2006; 42(2): 492. (ポスター発表:第42回日本周産期・新生児医学会・学術集会, 2006年7月; 宮崎)
- 9) 岡野恵里香ほか. 人工乳首を使用した哺乳運動中の呼吸動態の変化について 第2報. 日本周産期・新生児医学会雑誌. 2007; 43(2): 442. (ポスター発表:第43回日本周産期・新生児医学会・学術集会, 東京)
- 10) 岡野恵里香ほか. 人工乳首を使用した哺乳運動中の呼吸動態の変化について 第4報. 日本周産期・新生児医学会雑誌. 2008; 44(2): 570. (ポスター発表: 第44回日本周産期・新生児医学会学術集会, 横浜)
- 11) 斉藤哲ほか. 人工乳首を使用した哺乳運動中の呼吸動態の変化について 第5報. 日本周産期・新生児医学会雑誌. 2009; 45(2): 638. (ポスター発表: 第45回日本周産期・新生児医学会学術集会, 2009年7月; 名古屋)

低出生体重児・早産児の「吸着」「吸啜」「嚥下」

	適切な運動の状態	低出生体重児／早産児に見られる状態例
<div>吸着</div> <div>口唇、口蓋、舌で乳首・乳輪部をとらえ、口腔内で密着状態を維持する働き</div>	<ul style="list-style-type: none">●上下の口唇が外側に開き乳輪に密着する。●口唇は乳輪までしっかり含み込み、乳汁モレと空気の吸い込みを防げている。	<ul style="list-style-type: none">●吸着時に上唇が内側に巻き込んでいて密着していない。●口唇が開いていないこともある。●口唇が乳首の先端部のみを含み、乳汁がこぼれてしまう。●密着できておらず、空気の吸い込みによるむせのリスクがある。
<div>吸啜</div> <div>舌の波動状運動によって乳首を圧搾、吸引する働き</div>	<ul style="list-style-type: none">●規則的な舌の蠕動様運動をとる。●一連の蠕動様運動は800ミリ秒のサイクルで10～15分間継続する。●舌運動が口腔内の密閉空間での吸引力を生み出す。	<ul style="list-style-type: none">●頻繁に休止期のある断続的な舌運動をみせる。●10分を超える哺乳が体の負担となり、必要量を飲み終える前に疲労により眠ってしまうことがある。●不規則で弱い吸引力である。
<div>嚥下</div> <div>乳児嚥下によって乳汁を食道へと流入させる働き</div>	<ul style="list-style-type: none">●呼吸と嚥下の協調運動が存在する。(安定した血中酸素飽和度を保つ)●スムーズなむせない嚥下が行われる。	<ul style="list-style-type: none">●未成熟な呼吸と嚥下の協調運動である。(血中酸素飽和度が不安定)●むせを起こしやすい。(血中酸素飽和度の低下を伴う)