

# 生 理

## ① ホメオスターシスについて

ヒトの体は外界の環境や、内部の変化に対して常に生命維持に必要な生理的な機能を正常に保とうとする機構を備えています。この仕組みを「ホメオスターシス（恒常性維持）」と呼びます。体温、循環・血圧、血糖値、呼吸や免疫、エネルギー代謝などの生理的機能の調整が、休むことなく生体内では行われています。

たとえば体温が上昇したときは、それを生体（体温中枢）が感知して、神経系を介して血管や筋肉、内分泌器官等に刺激をおくり、体温を平熱に保とうとします。

生命維持を司る生理機能は、お互いに密接な関連・連携のもとに多重的に恒常性を維持できるように働いています。（スライド1）

医科「生理学展望」 16版 p44

## ② 「ホメオスターシス」のメカニズム（仕組み）

全身に張りめぐらされた神経系や組織が、外界からの刺激や体内の変化を敏感にキャッチして、自律神経系を介してホルモン分泌や血管を介して末梢の組織や臓器に変化を与えて、バランスを取ろうとします。体内では同時に様々な変化にさらされており、多重的で微妙なバランス調整が常になされています。

そのため中枢神経系や神経支配を受けている末梢の組織・臓器に大きな障害がないことが前提になります。重症心身障害児は中枢神経系の障害が基本にあり、合併症も多岐にわたり組織・臓器に障害を持ち、ホメオスターシスが上手く働かず、体の恒常性（健康）維持が困難になります。言葉を換えれば「生理的な予備能力が小さい」、あるいは「健康維持に余裕がなくきめ細かな対応が必要」になります。（スライド2, 15）

このことを理解したうえで、健康面に留意した支援が必要です。

## ③ 体温の維持（1）

具体的な例を体温で説明します。

ヒトの体温は概ね36度から37度で調節されており、朝起きたときは、体温は低めで食事後や昼間など体を動かしたときは上昇しますが、概ね1℃以内の変動です。（脳や体の中心部の体温は概ね37度前後です。）体内で起こっている代謝（化学反応）は酵素を介して行われていますが、その最適温度幅が狭く、そのため体温を37℃前後に保つ必要があるからです。恒温動物は同じ様な仕組みを体内に持っています。そのため体温は、今現在の健康状態の重要なパラメーターになります。

多くの場合発熱は感染に伴いますが、体温調節機能が十分に働かない状態では、緊張亢進時や環境温度の上昇に伴う“うつ熱”として容易に体温上昇を起こします。

このような時、高熱による組織の障害を防ぐために、生体は体温を下げようとします。

また環境温度の低下などで、体温が下がるときには生体は熱（エネルギー）を産生することで体温低下を防ごうとします。（スライド3）

## ホメオスターシスについて

### Homeostasis

- ヒトの体が、外部環境や体内変化に対して常に生命維持に必要な生理的機能を正常に保とうとする事である
- 体温, 血糖値, 循環・血圧, 呼吸・代謝, 免疫(抵抗力)など生理的なあらゆる面に渡っている
- ヒトの体の生理機能はお互いに関連しており, 多重的な恒常性維持機能を備えている

スライド 1

## そのメカニズム

自律神経・ホルモンと組織・臓器の多重的で微妙な連携によるバランス調整  
対応する組織・臓器に障害が無ければスムーズに連携して、恒常性が維持される  
重症心身障害は中枢神経系の障害と、合併症として体組織や臓器に障害があり、その連携が上手く働かない事がある  
そのため恒常性維持が困難となり、生理的な予備能力(体の余裕)が小さい

スライド 2

## 体温の維持(1)

ヒトの体温(平熱) 36度から37度を保つ

体温上昇時の反応・・・

(環境温度の上昇、運動・緊張時、感染症罹患時)

発汗(気化熱)による体温の低下

末梢血管拡張による体熱の放散

(感染症に対しては、免疫力の動員)

体温低下時の反応・・・環境温度の低下

血管収縮により皮膚温度を低下させ、放熱を少なくする

筋肉を収縮し熱(エネルギー)を産生

代謝を促進して熱を産生

スライド 3

## 4 体温の維持 (2)

「楽ら」HP より <http://www.rakura.net/> 一部改変

体温調整メカニズムの概要です。

上昇した体温を下げるために、ヒトは汗をかき気化熱で体温を下げようとします。また自律神経を介して末梢の血管を拡張して皮膚からの熱の放散を増加させます。

体温上昇時にはエネルギー消費も増加するため呼吸も速くなり、呼気からも多くの水分を蒸発させます。そのため体内から水分を無駄に出さないために、尿の濃縮が起こり尿量を減らして水分を体内に保持しようとします。

発汗などにより水分が体内に不足（脱水）すると、渇水中枢（視床下部）が反応して口渇感を訴え飲水を促し、神経系を介して腎臓や副腎に作用して尿量と電解質の調整をおこなっています。

また環境温度が低下したときは、末梢血管を収縮させ皮膚からの熱の発散を防ぎ内部に貯めるようになり、筋肉を刺激して代謝を亢進して体内のエネルギー（熱）を作り出し体温を高めようと働きます。

このように体温調節において、様々な生理的機能がバランスよく動員され恒常性維持を行っています。（スライド4）

## 5 体温について

ヒトの体は食べ物を代謝して運動などに必要なエネルギーを産生していますが、そのエネルギーの75%を体温維持に使っています。運動をすると筋肉でエネルギーの産生が高まり、体温上昇を起こします。また食事後その消化吸収時に発熱を伴い、一過性体温が上昇します。

ウイルスなどによる感染症罹患時は、免疫機構が働きウイルスの増殖を押さえ込むためにサイトカインが産生されます。サイトカインは「内因性発熱物質」とも呼ばれ、プロスタグランジンなどを介して発熱中枢を刺激して体温の上昇をきたします。体を高温にしてウイルスの増殖を抑えるための、生体にとっては合目的な反応です。

高温にリセットされた体は、平熱の37℃は「低体温」と認識して、体温を上昇させる機構が働きます。つまり末梢血管を収縮させ皮膚からの放熱を減らし、筋肉を振るわせて熱を産生します。これが「悪寒戦慄」です。いったん体温が上昇すると、過剰な体温上昇に対してはこれまでとは逆の、発汗などによる体温低下の機構が働きます。

（感染による発熱の初期は、末梢の手足は冷たく感じられます。うつ熱では末梢はほてって暖かく感じます。）

重症心身障害児は、体温調節機能が上手く働かない事があり、また自ら水分摂取や、衣服での調節やウチワで風を送る事などが困難なため、支援者にとって発熱時のきめ細かな対応が大切です。（スライド5）

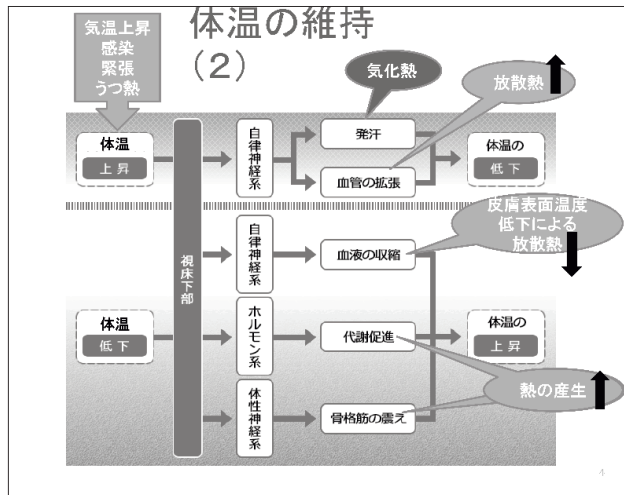
## 6 呼吸のメカニズム

河野秀海ブログ <http://shukai.seesaa.net/article/279651728.html> より

横隔膜の収縮（下方に押し下げられお腹がふくれます）により胸腔容積が増大して陰圧となり、空気が流入します。無意識のうちに呼吸を行っていますが、これはヒトが活動する源になるエネルギーを効率的に産生するため、空気中の酸素を取り入れる為です。同時に代謝産物である二酸化炭素（炭酸ガス）を体外に排泄しています。これをガス交換と呼びます。

ガス交換が行われる場所は肺胞で、酸素は赤血球のヘモグロビンを介して体内に取り込まれ、血液中の炭酸ガスは拡散により肺胞内に移動して排泄されていきます。このバランスを呼吸回数や心拍数、腎機能などを介して生体は微妙に調整して恒常性を維持しています。

息を吸うこと（吸気）は閉じられた胸郭の空間を拡げて自然に外界の大気圧より低い陰圧状態をつくり、



スライド 4

## 体温について

### 平熱は生体の恒常性維持の基本

#### 生理的な体温上昇

運動

食事摂取に伴う代謝亢進

#### 感染に伴う発熱について

ウイルスをとっては高温は増殖に不利(生体の防御反応)

悪寒戦慄を伴う

初期は抹消が冷たい

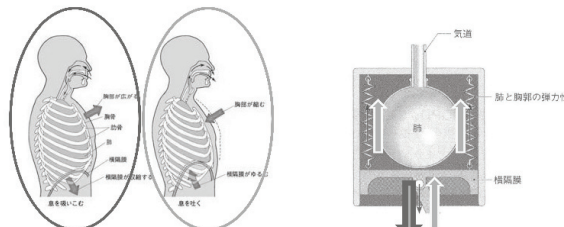
#### うつ熱について

環境温度の上昇に伴い体温が上昇

5

スライド 5

## 呼吸のメカニズム



↓ ピストンが押し下げられる(横隔膜が収縮)

筒の中(胸郭内)が陰圧になる  
管(気道)を通して空気が流れ込む

↑ ピストンが元に戻る(横隔膜が弛緩)

パネ(肺と胸郭の弾性)により空気が排泄される

6

スライド 6

(圧をかけて押し込むのではなく) 自然に空気が流れ込む事です。逆に息を吐く事(呼気)は、拡張した弾性を伴って胸郭が弛緩して大気圧より胸腔内圧が高くなり呼気を体外に出す事です。人工呼吸器では、空気(酸素)を陽圧にして胸腔内に“押し込む”事になり、非生理的なメカニズムとなります。うまく同調して呼吸回数を維持できれば、エネルギー消費を抑える呼吸のストレスを軽減できますが、逆にストレスとなり緊張が亢進してしんどい状態になる事もあり、注意深い観察が必要です。(スライド6, 7)

## 7 酸素とガス交換について

酸素は活動に必要なエネルギーを効率よく産生するために、生体にとっては必要不可欠な要素です。空気中には約20%の酸素が含まれており、呼吸運動により主気管支から20数回分枝した肺胞部分まで運ばれ、そこで赤血球のヘモグロビンと結合して体内(血液)に取り込まれます。同時に代謝産物である二酸化炭素(炭酸ガス)を肺胞から拡散により排出しています。これを「ガス交換」と呼びます。

この肺胞面積は成人でテニスコート1面分に相当するといわれています。重症心身障害児で誤嚥性肺炎を繰り返していると、この肺胞自体が障害されて呼吸面積が減少します。

また側弯症や胸郭の変形でまた側弯症や胸郭の変形で、比較的太い気管支が外側から圧迫されて呼吸障害を起こすことがあります。(スライド8)

## 8 空気の通り道(気道)と誤嚥

空気は鼻腔、喉の奥の咽頭部を通り、喉頭から気管・左右の肺に到達しますが、咽頭下部の喉頭入り口周辺では、空気と食物の通り道が交差します。食べ物を飲み込むとき(嚥下時)、気道の蓋(喉頭蓋)が閉じます。また呼吸するときは、誤嚥しないよう食べ物を食道に送り込む運動は止まり、気道の蓋が開きます。この調節は不随意運動(無意識下の運動)で、舌周囲、咽頭部や喉頭部の多くの筋肉の微妙な調節の上に成り立っています。

この部位での調整がうまくいかないと誤嚥を起こしてしまいます。

### 誤嚥について

空気を吸うときは、食物を同時に食道には送り込めませんが、その調節機能の障害があると空気と一緒に唾液が気道にタレこみます。また食べ物を飲み込むとき、嚥下機能の障害があると食べ物が気管に飲み込んでしまいます。さらに吐物が下咽頭付近に溜まり、呼吸時に吐物を大量に吸引して窒息に至ることもあります。

健常者はこれを無意識のうちに上手に行っていますが、重症心身障害児では、その調節機能が上手く働かないことが多く、誤嚥を来しやすい状態があります。

支援者は食事の時の誤嚥状態や、唾液などのたれ込みによるゼコゼコの有無について把握しておく必要があります。

## 9 呼吸障害の原因

呼吸障害の原因は、(1)気道の狭窄や閉塞、(2)呼吸器官の変形や機能不全、(3)肺炎による肺胞面積の減少に大きく分けられます。また心不全による心機能低下に伴い、呼吸困難を呈することもあります。

重症心身障害児は、顎の発育が悪く相対的に舌が大きいこともあり、舌根沈下で上気道の閉塞を来しやすい特徴があります。また経鼻経管栄養を行っている時、副鼻腔炎になりやすく鼻粘膜の肥厚も相まって鼻腔が狭くなりがちです。

また加齢に伴って四肢拘縮変形に伴い胸郭の変形、脊椎の側弯前弯などで気道の圧迫が起こり、恒常的な呼吸障害の原因になります。また胸郭を大きく広げる重要な働きをする横隔膜がマヒして呼吸運動が十分できないと、呼吸困難を生じやすくなります。



## 呼吸について

体内で最も効率よく活動エネルギーを産生するために、酸素(O<sub>2</sub>)が不可欠で、大気から取り込むための機能同時に体内の代謝で産生された老廃物(炭酸ガス)を肺(肺胞)で交換して、再び大気中に放出する

### 1. 息を吸って吐く(換気):吸気と呼気

吸気……横隔膜や肋間筋が収縮して胸腔を拡大すると、そこは陰圧となり、自然に空気が流れ込む

呼気……胸郭を拡大させていた筋群が弛緩して胸腔内の圧が高まりガスが外に流れ出る

### 2. ガス交換

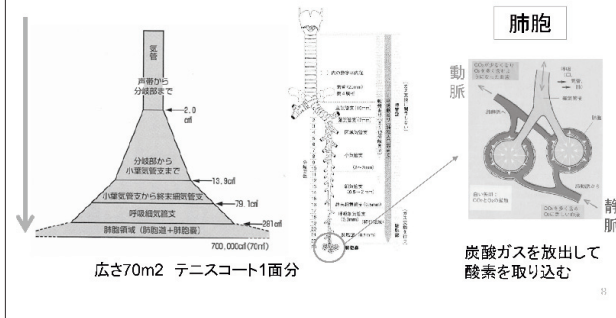
気道を経由して肺胞に達した吸入気中の酸素を肺循環(赤血球のHbに結合)に受け渡し、同時に血液中の炭酸ガスを受け取って次におこる呼気により体外へ放出する

7

スライド 7

## 酸素とガス交換について

気管支から20数回分枝して肺胞に至ります

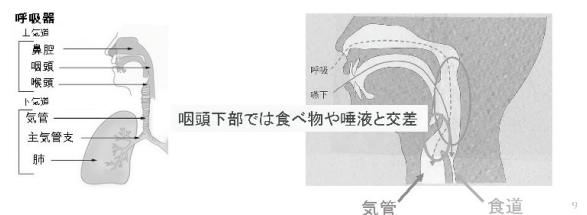


スライド 8

## 空気の通り道(気道)と誤嚥

### 気道……空気の通り道

鼻孔(あるいは口)から喉の奥(咽頭部)を通り、喉頭部から気管に至り、気管は肺に達して分枝を繰り返し、ガス交換を行う肺胞に至る



スライド 9

気管・気管支軟化症では気管軟骨が弱く、呼気時、胸腔内の陽圧にまけて気管が扁平化して呼気時の喘鳴・呼吸苦を生じます。喘息症状との鑑別が重要です。

ガス交換が行われる肺胞が肺炎などで広範囲に障害されると、酸素化が十分行われなくなり、低酸素状態となり多呼吸や努力呼吸が生じます。

このように重症心身障害児では、さまざまな原因が入り混じって呼吸困難を生じやすくなっており、常時酸素吸入が必要になる場合も少なくありません。

このため、支援者は様々な原因で呼吸障害が起こることを理解して、呼吸障害の兆候をきめ細かく観察することが良い支援に繋がります。(スライド10)

## 10 どの様に呼吸障害を捉えるか

ではどのように呼吸障害を捉えれば良いでしょうか。

まず耳で呼吸時の音を確認します。呼吸障害が無ければ音は聴取されませんが、ゼロゼロ、ゴロゴロ音があれば空気の通り道が何らかの原因で狭くなっています。また呼吸回数(多呼吸)、鼻翼をピクピク(鼻翼呼吸)や陥没呼吸などのしんどそうな呼吸(努力呼吸)は、目で確認できます。呼吸障害時には苦悶表情は顔色不良、爪のチアノーゼの有無の観察も重要です。この時に役立つのがパルスオキシメーターです。簡単に客観的に酸素不足(低酸素状態)を評価できます。

どんな時に呼吸が苦しくなるか、楽になるかを観察しておくこと、良い支援・無理のない支援に繋がります。いずれにせよ、平素の呼吸状態や顔色、爪の色、をしっかりと把握しておくことが重要です。(スライド12)

## 11 パルスオキシメーターについて

パルスオキシメーターは、プローブを指先や耳などに付けて、脈拍数と経皮的動脈血酸素飽和度(SpO<sub>2</sub>)をモニターする医療機器です。

1974年日本人によってその原理を発見、開発された医療機器であり、現在の臨床現場ばかりでなく、在宅医療の現場でも無くてはならない機器となっています。ガス(酸素と二酸化炭素)分圧と正確な飽和度測定には動脈血の採血と測定機器が必要ですが、この機器は軽量で小さく持ち運びも操作も簡単で、指に挟むだけで痛みもなく短時間に動脈血の酸素飽和度を測定でき、呼吸状態の客観的(低酸素状態の)判断が可能です。

採血などの方法によって動脈血の酸素飽和度を測定したものと区別するため経皮的動脈血酸素飽和度SpO<sub>2</sub>(エスピーオーツー)と呼びます。

モニター結果を内蔵メモリーに記録できるものや腕時計のような小型のものもあり、24時間以上の連続記録が可能でパソコン上に出力とデータ分析が可能です。(スライド12)

酸素化が十分にされた値(正常値)は96%以上です。高濃度の酸素を吸入しても、飽和度で示すために100%を超えることはありません。酸素吸入時のSpO<sub>2</sub>98~100%であってもO<sub>2</sub>(動脈血の採血による酸素分圧:PaO<sub>2</sub>)は100~500mmHgまでの幅をとりうるので注意が必要です。吸入気酸素濃度50%以上の高濃度酸素を長時間吸入することにより気道粘膜や肺胞が障害され、重篤な場合そのために呼吸不全を生じます。酸素投与中SpO<sub>2</sub>が正常値であれば、酸素投与量を細かく調整して下げていくことが原則です。

酸素20%の大気(ルームエア)の場合PaO<sub>2</sub>は100mmHg程度(SpO<sub>2</sub>は96~98%)が正常値で、SpO<sub>2</sub>80%台に低下すると、“チアノーゼ”を起こし、低酸素状態となります。

重症心身障害児はちょっとした体調の変化で、SpO<sub>2</sub>が変動します。また姿勢によっても大きく変わることがあるため、呼吸が落ち着いている時の平素のSpO<sub>2</sub>値を把握しておくことが大切です。

持続的に90%を切るときは、酸素投与も必要になります。

末梢循環が悪い場合、正確な値が計れないこともあり注意が必要です。(スライド12)

## 呼吸障害の原因

気道(空気の通り道)が狭くなる(閉塞)

鼻腔～咽頭～喉頭～主気管支～気管支

どこが狭くなっても呼吸障害をおこす

呼吸器官の変形・機能不全(胸郭、横隔膜、脊椎、  
気管・気管支、呼吸中枢)

胸の動きが悪くなり酸素を十分に取り込めない

(誤嚥性)肺炎による肺胞面積の減少

ガス交換面積減少による低酸素症

10

スライド10

## どのように呼吸障害を捉えるか

健康状態が安定している平素の呼吸状態や姿勢を把握

耳でまず確認

ゼゼコ・ゴロゴロ音

目で確認

呼吸の速さ(回数) しんどそうな(努力性の)呼吸をしているか?

顔色や爪の色は(チアノーゼ)?

どんな時に呼吸が楽になる? 逆にしんどくなる?

目覚めている時? 寝ている時? ではどう

顎の位置や首の角度、体の向きを変えると?

食事と関係している?

突然症状が出現するの?

パルスオキシメーターの利用

11

スライド11

## パルスオキシメーターについて(1)

酸素飽和度



心拍数



12

スライド12



## 12 循環器系について

ヒトの体は精密機械です。それぞれの組織・臓器が単独で動くのではなくお互いに密接な連携・ネットワークのもとで働いています。

循環器系は全身に張り巡らされた血管を通して、心臓のポンプ機能により血液を流して栄養や酸素運搬や不要になった老廃物を運ぶ役割を担っています。

重症心身障害児は運動障害を伴い、大道や手足の動きが少なく末梢血管の発育が悪い（血管が細い）ことがあります。（そのため医療現場では、採血や静脈路確保に苦労することがしばしばあります。）また心臓のポンプ機能が障害されている場合は、末梢の血液循環が悪くなり四肢が冷たくなり、体温調節にも影響します。

誤嚥性肺炎を繰り返して肺が“硬くなっている”場合、肺に血液を送り出す右心室に負荷がかかり、右心不全状態に陥りやすい傾向があります。

先天性心奇形を合併している場合は、感染症などを契機に容易に心不全状態に陥りやすく、循環器専門医との連携が必要になります。（スライド14）

## 13 重症児者の病態：障害の関連図

重症心身障害児は様々な合併症を持っています。その中心が呼吸障害で、生命的予後を大きく左右します。また図にあるように様々な症状を呈しやすく、お互いに関連してこのような病態が起こります。

嚥下障害があると誤嚥を来しやすく、誤嚥は激しい咳こみ、それに誘発される嘔吐、吐物の誤嚥を起こしてしまい窒息に至ることもあります。

呼吸障害があると、食事も充分摂れず、ストレスも増しエネルギー消費も亢進して栄養障害にも陥る易く、それが免疫（抵抗）力も低下するという“悪循環”に陥ります。この様にもともと生理的な予備能力が低く、そのために重篤化しやすいのが重症心身障害児です。

このことを支援者・関係者は理解して、一人一人の健康面での特徴と生活環境を考慮した支援が必要となります。（スライド15）

（国立病院機構南京都病院 宮野前 健）

### 参考図書

- (1) 在宅重症心身障害児者支援者育成 研修テキスト  
平成26年度厚生労働省障害者総合福祉推進事業  
在宅重症心身障害児者を支援するための人材育成プログラム開発事業  
公益財団法人日本重症心身障害福祉協会  
<http://www.zyuusin1512.or.jp/> このHPよりダウンロードが出来ます
- (2) 重症心身障害児（者） 医療ハンドブック第二版  
小川勝彦 著 児玉和夫 監修 三学出版 3,200円

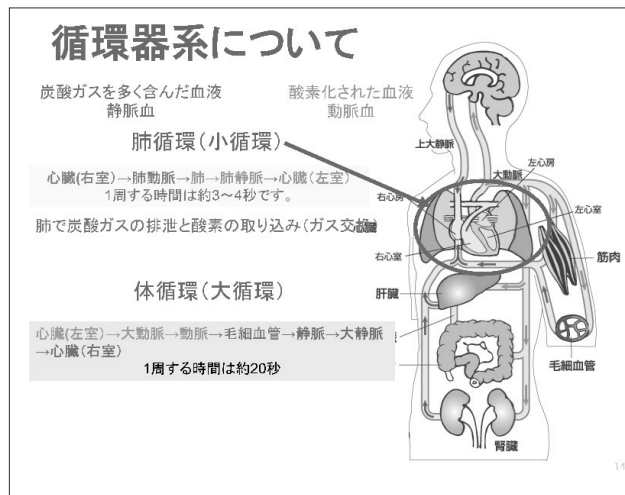
## パルスオキシメーターについて(2)

1974年世界に先駆け日本で開発された(青柳卓雄氏  
島津製作所・日本光電の技術者)

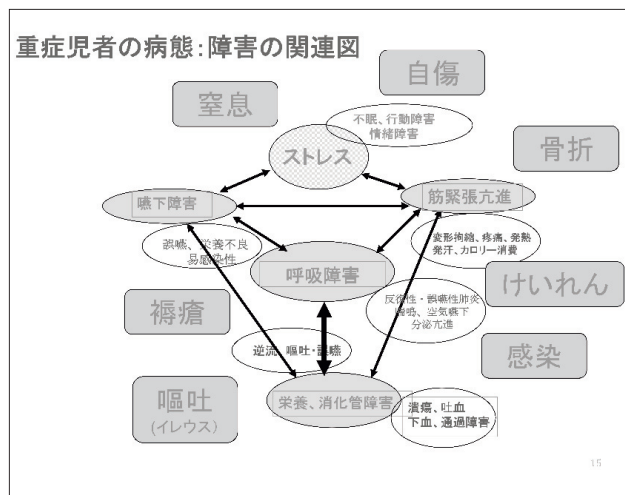
パルスオキシメーター(pulse oximeter)とは、プローブを指先や耳などに付けて、**侵襲せずに脈拍数と経皮的動脈血酸素飽和度(SpO<sub>2</sub>)をモニターする医療機器**である。モニター結果を内蔵メモリーに記録できるものや腕時計のような小型のものもある。

Severinghaus氏[2]は2007年のAnesthesia and Analgesia誌において「青柳氏の開発したパルスオキシメータは、ノイズを有益な情報に転換する天才の発想」と評している

スライド13



スライド14



スライド15

## 14 消化吸収・代謝・排泄

摂取された食物は口腔内で咀嚼される。唾液が加わった食塊形成と部分的消化が起こります。

食塊は咽頭に送り込まれて嚥下されます。スムーズな嚥下は重要で、重症児者では常に誤嚥の危険があります。

食道から胃に入った食物は、胃蠕動によって胃液とともに混ぜ合わされて消化されます。胃瘻や経鼻胃チューブを装着していると、胃に直接流動食またはミキサー食が入ります。胃蠕動は自律神経支配が主で、リラックスした状態で迷走神経（%副交感神経）が亢進すると活発になります。緊張して交感神経が亢進すると、蠕動が不活発になります。

食物は、胃から幽門を経て小腸（十二指腸、空腸、回腸）、大腸（結腸、直腸）を経て排出されます。腸蠕動は腸自体の内在神経支配が主で、自律神経の影響は受けにくいですが、空気嚥下（%吞気）や便秘の影響を受けます。

物理的に見た消化では、随意運動（咀嚼）や神経活動（蠕動）が重要です。化学的に見た消化は酵素反応で、胃、十二指腸、肝臓、膵臓、小腸上皮から酵素が分泌されます。

糖質とタンパクは小腸で吸収されて門脈に集まり、肝臓を経て静脈系に入ります。脂質は小腸上皮細胞でカイロミクロン（%脂質、コレステロール、タンパクなどの集まり）となり、リンパ管に集まって、静脈系に流入します。

## 15 代謝

グルコースが代謝されて ATP ができます。ATP は、運動や消化吸収、神経活動などにおける活動のための、共通の基本的物質です。グルコースはグリコーゲンとして肝臓や筋肉に貯蔵されます。また、余剰のグルコースは脂質に変換されて皮下や内臓に蓄積されます。

アミノ酸は酵素やタンパクの合成に使われるため、成長期には特に重要です。体内で合成できないアミノ酸（必須アミノ酸）は食物からの摂取が必要です。アミノ酸は筋肉などに貯蔵されています。摂取されたアミノ酸の余剰分は排出されます。

脂質は糖質、タンパクに比べてエネルギー効率が良く、同じ重量で最も多くの ATP に変換されます。余剰の脂質は体内に蓄積されます。

栄養は代謝と表裏一体です。特に重症児者の場合、健常者に適した栄養素の組み合わせが必ずしもベストでないことがあります。筋緊張の程度によって体全体に対する筋肉や体脂肪の割合が異なります（口分田政夫、参考文献2）。

## 16 排泄

大腸は蠕動運動により内容物を肛門側に移動させます。重症児者にとって便秘は、呼吸器疾患とともに、最も罹患しやすい疾患です。水分摂取量の把握と食材の工夫、姿勢保持、適度の生活リズムの維持に努める必要があります。

排尿は排便と同様、ケアの大きな部分を占めます。尿や便中の尿素は皮膚を浸潤することを知っておく必要があります。

## 17 体温

体温は、視床下部の体温調節中枢によって36.0~37.5℃の範囲に調節されています。体内では化学反応と

消化・吸収	
食べ物は口から入ってどうなるか？	
物理的に見ると	口腔・・・取り込みと咀嚼(随意運動と唾液分泌) →嚥下 →噴門を通過
	胃・・・胃蠕動(自律神経支配優位) →幽門を通過 →十二指腸へ
	腸・・・腸蠕動(内在神経支配優位) →小腸から大腸、直腸 →排便
化学的に見ると	糖質・・・唾液と膵液により二糖類、三糖類などに分解後、腸液により単糖にまで分解されて吸収される。
	タンパク・・・胃液と膵液によりペプチドまで分解、小腸上皮でさらにアミノ酸まで分解されて吸収される。
	脂肪・・・胃で脂肪滴になり、十二指腸で胆汁によりミセルを形成、膵液の作用を受けたのち脂肪酸とグリセリンに分解され、小腸上皮細胞から吸収される。

代謝
単糖（グルコースとその他の糖）は最終的にグルコース（ブドウ糖）になる。グルコースがそれぞれの細胞にある「解糖系」という複数の酵素反応によって代謝されて、ATPができる。解糖系の中の分子はミトコンドリアに入ってさらに代謝され（TCA回路）、新たにATPができる。この最後の反応で酸素が使われる。解糖系やTCA回路はほぼすべての細胞にある。
アミノ酸はタンパクに合成されて酵素や臓器を作るために使われるほか、それ自身がTCA回路に入って代謝される（ATPができる）。アミノ酸の窒素原子は分かれてアンモニアになり、肝臓で尿素に変換されて、尿中に排泄される。
脂肪酸はミトコンドリア内で代謝されて、アセチルCoA（アセチルCoエンザイムA）ができる。アセチルCoAは同じくTCA回路に入ってATPが合成される。グリセリンは解糖系で代謝される。

栄養						
基礎代謝基準値と成長に伴う組織増加分エネルギー（エネルギー蓄積量）						
年齢	男性			女性		
	基礎代謝基準値 (kcal/kg 体重/日)	エネルギー蓄積量 (kcal/日)	基礎代謝量 (kcal/日)	基礎代謝基準値 (kcal/kg 体重/日)	エネルギー蓄積量 (kcal/日)	基礎代謝量 (kcal/日)
0~5 (月)	—	115	92.8 × 体重 - 152	—	115	92.8 × 体重 - 152
6~8 (月)	—	15		—	20	
9~11 (月)	—	20		—	15	
1~2 (歳)	61.0	20	700	59.7	15	660
3~5 (歳)	54.8	10	900	52.2	10	840
6~7 (歳)	44.3	15	980	41.9	20	920
8~9 (歳)	40.8	25	1,140	38.3	30	1,050
10~11 (歳)	37.4	40	1,330	34.8	30	1,260
12~14 (歳)	31.0	20	1,520	29.6	25	1,410
15~17 (歳)	27.0	10	1,610	25.3	10	1,310
□分田改夫, 栄養状態の評価, 新版重症心身障害児マニュアルp185~191, 2015.						

排泄
消化管による消化吸収ののち、残渣が便として排出される。排便には大腸の蠕動運動の関与が大きい。蠕動運動のうち、特に大きな収縮波は食事摂取後に出現する。若いほど多く、また、朝に多く見られる。
血液中の老廃物の排出は腎臓によって行われる。腎臓では血液のろ過とそのあとの再吸収が行われる。腎臓でできた尿は尿管を通して膀胱に貯留し、排尿によって排出される。発汗による排出は、尿ほど厳密にはコントロールされていない。

運動によって常に熱が作られ（熱産生）、通常は熱産生と熱放散（発汗等）が等しくなります。筋緊張等で熱産生が増えた時、発汗等が不十分であれば高体温（%貯熱量の増加）となります。感染症で体温の設定値が上がると、ふるえ等で熱産生が起こります。感染症時の発熱には合目的な面もあります。細菌やウイルスは38～39℃で増殖が抑制されます。早期の解熱剤が必ずしもベストな処置とは言えないことも念頭に置くべきです。しかし、発汗を欠く高熱には、熱中症を防止するために強力なクーリングが必要です。

低体温は化学反応（%代謝）速度を低下させます。速やかな対策が必要となります。低体温がある重症児者では、体温が環境温度に影響されます（松葉佐 正、参考文献2）。

一方、重度の脳損傷の治療法として、低体温療法\*が用いられます。NICU でも低酸素性虚血性脳症に対して行われ（33.5℃が基準になることが多い）、効果が得られています。

## 18 身長・体重の把握

体幹や四肢の変形が強いときには、通常の方法では身長測定ができません。3分法が必要となります。

近年の重症児者は、健常者と同様の体形であることが多く、BMI 値を活用したケアが可能です（口分田政夫、参考文献2）。

過度の筋緊張や呼吸に多大のエネルギーを費やしている重症児者で、低身長と低体重が同時に見られることがあります。緊張緩和と適切な気道確保が必須です。

（熊本大学医学部附属病院 松葉佐 正）

### 参考文献

1. 標準生理学第8版（小澤静司、福田康一郎監修）。医学書院2014.
2. 新版重症心身障害療育マニュアル（岡田喜篤監修）。医歯薬出版2015.

### インデックス

胃蠕動

腸蠕動

自律神経

必須アミノ酸

酸素

体温平衡

高体温

低体温

筋緊張

熱中症

身長測定

BMI

\*もっと学びたい方は、NICU ーベッドサイドの診断と治療（河合昌彦著）。金芳堂2012。参考



体温

体熱平衡  
 熱産生量 = 熱放散量 + 貯熱量 の関係がある。

熱産生：基礎代謝時は体内での食物の酸化過程による。寒冷時や低体温時はふるえと骨格筋の活動による。熱産生の部位は、肝臓と筋肉（筋肉が75%）。

熱放散：非蒸発性（対流・伝導）と蒸発性（発汗）がある。対流（風）と伝導（氷枕など）が強力。

体温異常  
 高体温・低体温とも、重症児者でみられる。特に筋緊張による高体温に対しては十分なケアが必要。

高体温

1. 体温平衡の破綻による高体温
  - ①暑熱環境下、②熱産生過剰時（持続する筋緊張など）の不十分な熱放散
2. 体温のセットポイントの変化による高体温（感染症罹患時など）
3. ストレス性高体温
  - 40°C以上の高体温の持続は大変危険（タンパクの変性による不可逆的な障害が発生する）
  - 熱中症：深部体温40.5°C以上で体温調節機能が失われ、発汗がなくなる。迅速な冷却が必要。輸液も有効。

低体温

体温平衡の破綻で35°C以下になった場合。体内の化学反応速度が低下する。32~30°Cで意識の混濁、不整脈が頻発、20°Cで死亡する。  
 対策は急速加温（温浴など）ののち、栄養摂取。

身長・体重

身長測定：3分法・・・頭頂～第7頸椎 + 第7頸椎～両腸骨稜上縁 + 両腸骨稜上縁～足底

体重

BMI (body mass index) から求めた体重を参考にする。

$$BMI = \text{体重} \div (\text{身長m})^2$$

筋緊張が亢進するタイプ・・・BMI：14程度をめやすにする。  
 例：身長150 c mの時、参考となる体重は、 $14 \times 1.5^2 = 31.5\text{kg}$

筋緊張が変動しないタイプ・・・BMI：18程度をめやすにする。  
 例：身長150 c mの時、参考となる体重は、 $18 \times 1.5^2 = 40.5\text{kg}$

なお、小児でのBMI値は成人よりも低めに設定する。