

第 4 章

モニター・検査

Monitoring and tests

● 推 奨

低出生体重児の慢性肺疾患の管理において、呼吸機能検査をルチーンで行うことが奨められる。

根拠の確かさ **C**

● 背 景

低出生体重児の呼吸管理を行う上で、いかに「肺に優しい換気を行い、肺損傷を防ぐか」ということが課題になっている。新しい人工呼吸器の開発やグラフィックモニターの普及など、その進化は目覚ましい。肺の状態を客観的に把握する上で、肺機能検査はベッドサイドで低侵襲に行うことができる検査である。

● 科学的根拠

慢性肺疾患（CLD）の管理において、肺機能検査の有効性を評価した質の高い研究はなかった。

● 解 説

1. 肺機能検査の利点

肺機能検査を行うことにより、慢性肺疾患の管理上、以下のような利点がある。

- ①少ない侵襲で肺の状態の客観的・定量的評価ができる。
 - ・病態の把握、診断に役立たせることができる。
- ②経時的に検査を行うことにより、疾患の増悪、軽快の評価ができる。

- ・薬剤の治療効果の判定ができる。
- ・適切な抜管時期を把握し、抜管再挿管の機会を減らすことができる。

2. 慢性肺疾患の肺機能

CLD児の呼吸機能の推移を示す。

1) 新生児期

- ・静的肺胸郭コンプライアンス (Crs) は予測値の50%程度、呼吸抵抗 (Rrs) は高値となる¹⁾。日齢3の機能的残気量 (FRC) 低下とCrs低下は肺機能の予後のよい予測因子となる²⁾。
- ・生後4週間の間で、のちにCLDへと進行する児のRrsはCLDを発症しない児と比べて高値であり、特にステロイド治療を必要とするような児ではより高値を示す³⁾。
- ・ウィルソン・ミキティ症候群 (WMS) と気管支肺異形成 (BPD) の肺機能を比較してみると、BPDでは肺の固さ (Crsの低下) と臨床の重症度が一致するのに対し、WMSでは臨床の重症度

第4章

モニター検査

1

肺機能検査と慢性肺疾患

表 呼吸機能検査における主な略語

	略語	単位
呼吸抵抗	Rrs	cmH ₂ O/L/秒
静的肺胸郭コンプライアンス	Crs	mL/cmH ₂ O
時定数	TC=Rrs×Crs	秒
努力性肺活量	FVC	mL
1秒量	FEV ₁	mL
機能的残気量	FRC	mL
残気量	RV	mL
1回換気量	TV	mL
全肺気量	TLC	mL

が進行しても、肺の固さが増すことはない⁴⁾。

- ・修正35週の時点で、CLD児と非CLD児とを比較すると、CLD児は非CLD児に比べてFRCの低下を認めたが、Crs, Rrsの差は認めない。CLD児はさまざまなレベルの換気障害を認める⁵⁾。
- ・33週以下で出生したCLD群と非CLD群とでは、修正33週から39週に測定したFRCは有意な差を認める (CLD群：中央値19.1mL/kg, 非CLD群：中央値26.5mL/kg)。FRCの低下はCLDの重症度と高い相関がある⁶⁾。

2) 乳幼児期

- ・生後1年の間に、Crs, Rrsともに急速に改善を認め、生後24ヵ月ではほぼ正常値に到達する。FRCは生後3ヵ月では予測値の $86 \pm 7.5\%$ 、生後24ヵ月では予測値の $115 \pm 5\%$ となる¹⁾。
- ・生後3年までforced flows at low lung volumeは低い値で経過する⁷⁾。
- ・超低出生体重児でCLD群と非CLD群とを比較すると、修正6ヵ月と12ヵ月での $V'_{\max\text{FRC}}$ は有意に低値をとり、生後1年の間に増悪傾向をたどる。高頻度振動換気 (HFO) で管理されたCLD児は、他の呼吸管理を行うCLD児に比べて $V'_{\max\text{FRC}}$ が低くなりやすい傾向を認める⁸⁾。

3) 小児期・青年期

- ・CLD児は、努力性肺活量 (FVC) 低値、1秒量 (FEV_1) 低値、 FEV_{25-27} 低値、全肺気量 (TLC) 低値となり、肺残気量 (RV) /TLC ratio高値となる⁹⁾。
- ・気道過敏性を伴う例が多く見られる¹⁰⁾。
- ・9歳から15歳までの出生体重800g以下の児を、CLD児と非CLD児グループとに分けて肺機能検査を行うと、 FEV_1 、 FEV_1 : FVC、 FEF_{25-75} で有意に低値である。またCLD児は、非CLD児に比べて、酸素消費量 (ml/kg/分) も有意に低値である⁸⁾。
- ・5歳から7歳のCLDを持つ超低出生体重児、超低出生体重児と、正期産で生まれた児のグループに、安静時ならびに運動時の呼吸機能検査を施行すると、安静時にはFVCはCLD児で極端に低値を見る。また FEV_1 、 FEF_{25-75} も低値を示す。運動時

には、運動量に差はないものの、CLD児で気道収縮が強く認められる¹¹⁾。

- ・ 在胎26週から33週に出生した児で、8歳の時点でのCLD児と非CLD児とを比べると、喘息や喘鳴などの臨床症状で有意差は認めないが、呼吸機能検査において、CLD児はFEF₂₅₋₇₅で有意に低値を示す。しかし、気管支拡張薬使用後は、有意差は認めなくなる¹²⁾。
- ・ 在胎32週未満で出生したCLD児が、生後2年までにRSウイルスに感染し入院すると、RSウイルスで入院歴のないCLD児と比較して、8歳から10歳に成長した時点での呼吸機能検査では、FEV_{0.75}、FEV_{0.75}/FVC、FEF₅₀、FEF₇₀において有意に低値をとる¹³⁾。

3. 薬剤が肺に及ぼす影響

- ・ 生後3週間以上でCLDを発症しつつある児に対するフロセミドの1 mg/kg/doseの静脈内投与は、投与後1時間Cr_s、R_rsを改善する。フロセミドの長期的投与は児の酸素化とCr_sを両方改善する¹⁴⁾。
- ・ 生後3週間以内、および3週間以上でCLDを発症しつつある児に対するフロセミドの吸入では、有意差を物語れるほどの肺機能検査の結果はない¹⁵⁾。
- ・ 超低出生体重児と極低出生体重児に、デキサメタゾンを0.5mg/kg/日から漸減し、合計7日間投与すると、投与前後でCr_sが0.69±0.13mL/cmH₂O/kgから1.17±0.21mL/cmH₂O/kgまで上昇する¹⁶⁾。

4. まとめ

肺機能検査の有効性を評価した質の高い研究はなかった。しかし、これらの観察研究では、肺機能検査の結果により、CLD児が、急性期のみならず、幼児期以降も肺に障害を持っていることが指摘されている。よって、肺機能検査で肺の評価を行うことは、急性期の肺の状態の客観的・定量的評価ができるだけでなく、慢性期にも肺の評価を追跡することで、感染などを契機とする呼吸状

態の増悪をある程度予測することができ、より適した管理を行い得るものと思われる。

参考文献

- 1) Baraldi, E. et al. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 155(1), 1997, 149-55.
- 2) Williams, O. et al. *Pediatr. Pulmonol.* 42(2), 2007, 107-13.
- 3) Lui, K. et al. *Pediatr. Pulmonol.* 30(4), 2000, 282-90.
- 4) Hasegawa, H. *The Medical Journal of Matsudo City Hospital.* 18, 2008, 10-4.
- 5) Shao, H. et al. *Pediatr. Res.* 43(4 Pt 1), 1998, 536-41.
- 6) Greenough, A. et al. *Eur. J. Pediatr.* 164(9), 2005, 583-6.
- 7) Lum, S. et al. *Pediatr. Pulmonol.* 41(3), 2006, 199-214.
- 8) Hofhuis, W. et al. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 166(12 Pt 1), 2002, 1539-43.
- 9) Sritippayawan, S. et al. *Acta. Paediatr.* 97(11), 2008, 1582-7.
- 10) Kennedy, J.D. *J. Paediatr. Child Health.* 35(6), 1999, 516-21.
- 11) Kriemler, S. et al. *Clin. J. Sport. Med.* 15(5), 2005, 349-55.
- 12) Kulasekaran, K. et al. *J. Paediatr. Child Health.* 43(1-2), 2007, 44-8.
- 13) Greenough, A. et al. *Thorax.* 64(6), 2009, 490-5.
- 14) Brion, L.P. et al. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2002 ;(1): CD001453.
- 15) Brion, L.P. et al. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2006 ; 3 : CD001694.
- 16) Mizobuchi, M. et al. *Pediatr. Int.* 43(3), 2001, 226-30.

● 推 奨

慢性肺疾患の管理において、パルスオキシメータを使用することを推奨する。

根拠の確かさ **C**

【監修者・編者コメント】

慢性肺疾患の管理において、パルスオキシメータを使用することで慢性肺疾患が減少する／改善するというエビデンスは乏しいため推奨グレードはCであるが、過剰な酸素投与の回避、急変時の早期発見の観点からは、酸素投与や人工呼吸器を必要とする新生児慢性肺疾患の管理においても、パルスオキシメータを使用することが望ましいと考えられる。

● 背 景

パルスオキシメータは本来、動脈血酸素飽和度の単なるモニターであるが、その鋭敏性、非侵襲性、簡便さ、そして連続的にモニターできる点を生かした、慢性肺疾患（CLD）の診療におけるさまざまな活用方法が報告されてきた。

和田らは、パルスオキシメータでモニターされた経皮的酸素飽和度（ SpO_2 ）の経時的変化や分布を解析することでCLDの重症度を評価し、酸素療法の指針を提案した¹⁾。Kaempfらも同様に、受胎後36週時のルームエア下での SpO_2 は、気管支肺異形成（BPD）の重症度が高いほど低くなるとして、 SpO_2 によるBPDの診断、分類を提案している²⁾。その他、CLD罹患児の酸素療法に際して、日中の覚醒時に1時間記録した SpO_2 の解析結果が酸素減量の判断に有用であるとした報告³⁾や、回復期のBPD児

において、酸素投与中止40分後のSpO₂が92%以上あることが酸素療法中止の指針になるとした報告⁴⁾がある。

それらの活用が患者にもたらす利益について証明されていないものの、CLDの診療にパルスオキシメータを利用することに批判的な報告は見当たらない。

科学的根拠

CLDにおける各種検査方法に関して、質の高い研究は見つからなかった。

解説

パルスオキシメータを用いてSpO₂をモニターすることによってCLD児に利益がもたらされるという科学的根拠は見当たらない。しかしながら、現在SpO₂は、もはやバイタルサイン同様に不可欠な指標^{5, 6)}であり、それはCLDの診療においても同様である。CLD児に対する酸素療法の要否や酸素投与量の決定に際して、明らかにパルスオキシメータに優るとされる方法は報告されておらず、また、パルスオキシメータを利用することの不利益も知られていないことから、現時点ではパルスオキシメータの利用が推奨される。

参考文献

- 1) 和田紀久ほか. 日本未熟児新生児学会雑誌. 1994. 6. 227-34.
- 2) Kaempf, JW. et al. J. Perinatol. 28(1), 2008, 48-54.
- 3) Vermeulen, MJ. et al. J. Paediatr. Child Health. 35(6), 1999, 553-7.
- 4) Simoes, EA. et al. J. Perinatol. 17(2), 1997, 125-9.
- 5) Mower, WR. et al. Pediatrics. 101(2), 1998, 323-4.
- 6) Mower, WR. et al. Acad. Emerg. Med. 5(9), 1998, 858-65.