

## near-miss SIDSの病因に関する検討

東京都立清瀬小児病院小児科

松尾 宣武、永井 敏郎、土屋 裕、長 秀男

東京都立清瀬小児病院小児科

初鹿野 浩

### はじめに

乳児突然死症候群 (SIDS) の病因は欧米の小児科医による精力的な研究活動にもかかわらず、なお未解明のまま残されているのが現状である。M. Valdes-Dapena は、1982年6月、アメリカ、ボルチモア市において開催された SIDS に関する国際会議において、SIDS の研究史を総括して、次のように述べている。

- 1) SIDS の死亡機序を呼吸死説と心臓死説に大別するならば、病理組織学的には心臓死説を示唆する所見は殆んど見出されていない。
- 2) SIDS の呼吸死説を支持すると思われる所見は、単に病理組織学の立場のみならず、呼吸生理学、睡眠生理学、発達神経学の立場から、多数報告されている。
- 3) 現在までに提唱された SIDS の病態モデルのなかで、様々の検証に耐え得た唯一の仮説は、呼吸死説を示唆する、Naeye らによる慢性低酸素症説である。

Valdes-Dapena の基調報告の如く、Naeye らの研究は、SIDS の病因解明に多大の貢献をなし、過去10年間 SIDS の研究は、Naeye らの慢性低酸素症説を軸に展開してきたといっても過言ではない。かいつまんでいえば、Naeye らは、SIDS 解剖例の詳細な形態学的検索に基いて、慢性低換気症(Chronic hypoventilation)及び慢性低酸素血症(Chronic hypoxemia)が SIDS の特徴的な所見であると考察した。(ちなみに、Naeye らは、慢性低換気症と慢性低酸素血症を明確に区別しており、前者により、1) 小肺動脈中脈の増殖及び肥大、2) 右室肥大が、後者により、1) 傍副腎褐色脂肪細胞の増加、2) 肝における赤芽球造血の増加、3) 3) 頸動脈球の変化、4) 副腎髄質におけるクロム親和性細胞の増加、5) 脳幹呼吸中枢におけるグリアの増加がみられるとしている。)

これらの症理学的所見は、低酸素症が相当期間持続した場合にはじめて出現するものであり、SIDS の病因の出現時期を胎生期にもとめる考え方の根拠となっている。また別の見方をすれば、SIDS は全く健康乳児に発現するのではなく、生前慢性的に低酸素症状態にあった児に出現することになる。

われわれは、過去数年間主として near-miss SIDS を対象に、Naeye らの仮説の妥当性について検討を加え、以下に述べる如く near-miss SIDS 児は、啼泣後の静脈血乳酸値及びL/P比、筋肉ミトコンドリア所見、食道造影検査成績上、対照乳幼児と明らかに異なる

ことを見出した。これらの知見は、Naeye らの仮説に一致するものであり、SIDS の病因として、ミトコンドリアの酸化機構の障害が推察された。

## 対照及び方法

1) near-miss SIDS 6 例及び対照 8 例について、啼泣試験を施行し、啼泣前後の静脈血乳酸・ピルビン酸濃度を測定した。また大半の症例については、通常の方法で動脈血ガス分析を一部の症例については、末梢動脈に留置カテーテルを挿入し、経時的に動脈血ガス分析を行った。

2) near-miss SIDS 9 例、SIDS 1 例、対照 7 例について、大腿四頭筋より針生検を施行し、筋標本のミトコンドリアの形態について、電子顕微鏡的観察を行った。

near-miss SIDS 9 例の内訳は、女 2、男 7、無呼吸発作出現時年齢、0～8 ヶ月である。2 例においては睡眠中、4 例においては哺乳中もしくは哺乳直後、3 例においてはこれらに関係なく頻回に無呼吸発作が出現した。9 例中 4 例は在胎週数 36 週以下の未熟児で、9 例中 2 例に無呼吸を伴うけいれん発作を認めた。SIDS の 1 例は死亡時 10 ヶ月の女児で、前日より発熱を伴うカゼ症状出現し入院中に死亡した症例である。対照 7 例の内訳は、チアノーゼ型心疾患 4 例、けいれん重積 1 例、慢性肺疾患(肺性心) 1 例、高度の呼吸困難状態にあった massive aspiration syndrome 1 例で、男 6、女 1、筋生検施行時の年齢は 0 ヶ月～3 才である。

3) near-miss SIDS 8 例及び対照 2 例に食道造影検査を施行した。対照 7 例中、食道造影検査を施行した 2 例は、いずれもくり返す肺炎に罹患した。その 2 例の基礎疾患は、慢性肺疾患(肺性心)、ファロー四徴症である。前者は、レ線異常なく、後者は GErefwx を認めた。

## 成績

1) 静脈血乳酸、ピルビン酸、L/P 比。

生後 2～17 ヶ月の対照乳児 8 例の啼泣前、後の静脈血乳酸、ピルビン酸、L/P 比は表 1 に示す如くである。啼泣後、乳酸、ピルビン酸値は共に上昇するが、乳酸の上昇がより著明である。このため、啼泣後 L/P 比は上昇するが、啼泣前値との間に有意差は存在しない。

表 1 対照乳児の静脈血乳酸、ピルビン酸濃度  
(15分間の啼泣前後の比較)

	症例数	乳酸(mg/dl)	ピルビン酸(mg/dl)	L/P比
啼泣前	8	15.1±6.1	1.23±0.32	12.3±4.9
啼泣後	8	26.3±7.4	1.72±0.38	15.3±2.8
平均値の差の検定		1%有意	5%有意	有意差なし

表 2 near-miss SIDS 児の静脈血乳酸、ビリビン酸濃度  
(15分間の啼泣前後の比較)

	症例数	乳酸(mg/dl)	ビリビン酸(mg/dl)	L/P比
啼泣前	6	12.3±5.4	0.92±0.32	14.4±5.8
啼泣後	6	34.6±13.1	1.60±0.74	27.5±13.7
平均値の差の検定		1%有意	5%有意	1%有意

表 3 対照 7 例の臨床像

症例	年齢	性	基礎疾患	コメント
1	8ヵ月	男	大血管転移、うっ血性心不全	BAS 施行例
2	3才	男	けいれん重積	精神運動発達遅延
3	1週	男	肺高血圧、PDA、心不全	在胎週数39週、出生時体重2280g アプガスコア6点、呼吸困難著明
4	3才	男	原因不明慢性肺疾患、肺性心、 くり返す肺炎	肺生検を行うも基礎疾患不詳、肺炎時、 著明な呼吸困難、呼吸性アシドーシス、 hypoxia が出現する。
5	8ヵ月	男	大血管転移	生後3日目にBAS施行するも、中等 度のチアノーゼが続いている。
6	12ヵ月	男	ファロー四徴症、くり返す肺炎、 食道胃逆流現象	精神運動発達遅延高度、肺炎時、著明 な呼吸困難出現する。
7	1ヵ月	女	Massive aspiration syndrome 高度のHypoxia、高乳酸血症を認めた。	数日間 respirator 使用

同様の検討を行った6例のnear-miss SIDSの成績を表2に示す。啼泣後、乳酸値及びL/P比の著明な上昇がみられ、その上昇の程度は対照に比してより著明であり、対照群とnear-miss SIDS群の間には統計学的な有意差が存在した。

## 2) 大腿四頭筋、筋ミトコンドリア電顕像

対照7例の成績は表3、4及び図1、2に、near-miss SIDSの例の成績は表5、6及び図3、4に一括して示す。

### (i) ミトコンドリアの数

ミトコンドリア数は、鞘膜下のミトコンドリア数(選ばれた薄切面における1筋線維あたりの数)の多寡によって、以下の如く、半定量的に表示した。増加傾向なし(鞘膜下にミトコンドリアの殆んど認められないもの)、軽度増加(鞘膜下に10~20個程度のミトコンドリアを認めるもの)、中等度増加(鞘膜下に20~50個程度のミトコンドリアを認めるもの)、著明増加(鞘膜下に50個以上のミトコンドリアを認めるもの)。以上の方式で、ミトコンドリア数を算定する場合、偶然ミトコンドリアを多数含有する筋線維に遭遇したため、筋組織全般のミトコンドリア数が増加していると誤認する可能性がある。そこ

表 4 対照 7 例の筋ミトコンドリア像

症例	ミトコンドリアの数	ミトコンドリアの大きさ	ミトコンドリアの形態	ミトコンドリアの増加部位	血栓形成	筋原線維の性状	筋鞘膜下の蛋白質の沈着	脂肪滴	その他の顆粒
1	増加なし	正常	均一	(-)	なし	異常なし	なし	なし	なし
2	増加なし	正常	均一	(-)	なし	異常なし	なし	なし	なし
3	増加なし	正常	均一	(-)	なし	異常なし	なし	なし	なし
4	増加なし	正常	均一	(-)	なし	異常なし	中等度	あり	なし
5	中等度増加	軽度増加	均一	鞘膜下、核及び毛細血管周辺に多い傾向。	なし	異常なし	なし	あり	なし
6	増加なし	正常	均一	(-)	なし	異常なし	なし	あり	なし
7	著増	正常	大小不同軽度	鞘膜下、核及び毛細血管周辺に多い傾向。	なし	異常なし	軽度	なし	なし

表 5 Near-miss SIDS 9 例の臨床像

症例	年齢	性	周産期	先行する上気道感染	無呼吸発作の臨床像	子後	突然死の家族歴
1	8ヵ月	男	異常なし	なし	睡眠中、呼吸困難なく無呼吸発作出現。	ぜんそく	あり
2	1ヵ月	女	在胎週数 36週 出生時体重2650g	なし	哺乳時チアノーゼ無呼吸頻回に出現。	異常なし	なし
3	2ヵ月	男	異常なし	あり	哺乳時無呼吸発作。 Achalasia	けいれん	なし
4	1ヵ月	男	在胎週数 36週 出生時体重2680g	なし	睡眠中、呼吸困難なく無呼吸発作出現。	異常なし	なし
5	2ヵ月	男	在胎週数 36週 出生時体重1920g	なし	哺乳時及び非哺乳時無呼吸発作出現。	異常なし	なし
6	3ヵ月	男	在胎週数 30週 出生時体重1615g	あり	哺乳直後無呼吸発作、胃・食道逆流現象。	異常なし	なし
7	1ヵ月	女	異常なし	なし	哺乳時チアノーゼ無呼吸発作出現。	異常なし	なし
8	1週	男	在胎週数 38週 出生時体重2440g	なし	睡眠中及び哺乳時無呼吸発作出現。	けいれん発達障害	なし
9	1ヵ月	男	異常なし	あり	哺乳時及び非哺乳時無呼吸発作出現。	異常なし	なし

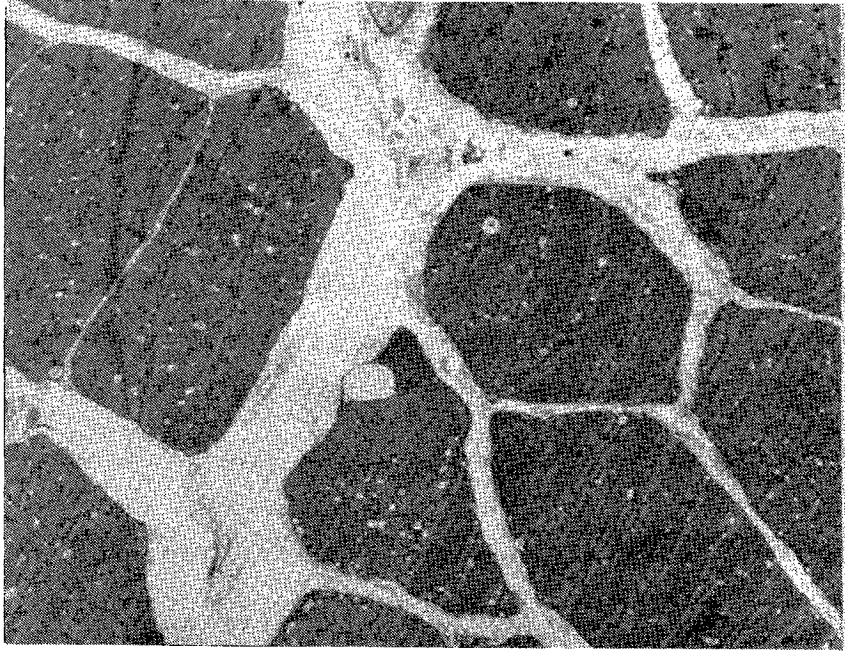


図1 筋生検電顕像(大腿四頭筋)  
症例(対照)6 12ヵ月男児 (BN-5641)  
倍率 2000倍  
鞘膜下にはミトコンドリアは殆んど認められない。

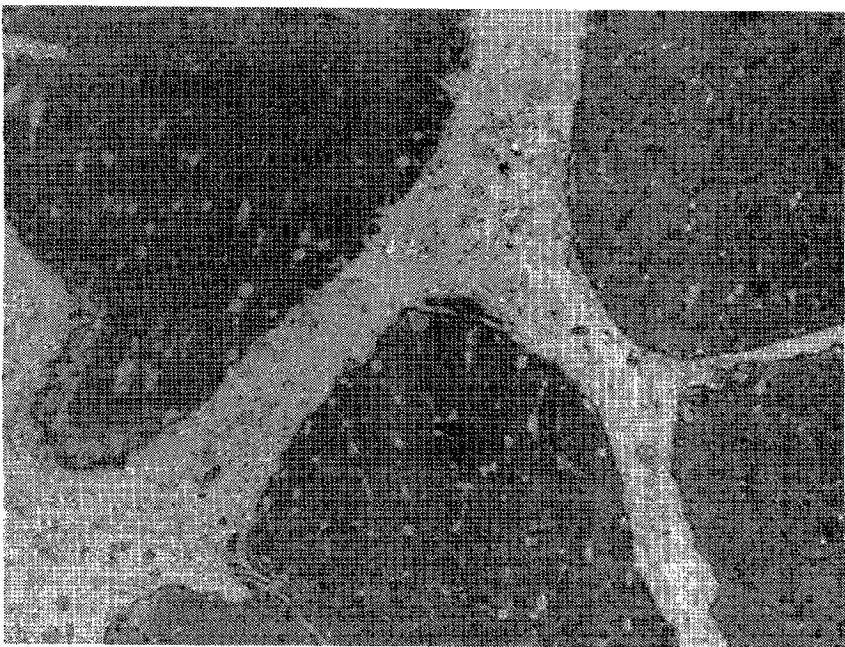


図2 症例(対照)6 12ヵ月男児 (BN-5641)  
倍率 3000倍  
図1の強拡大である。

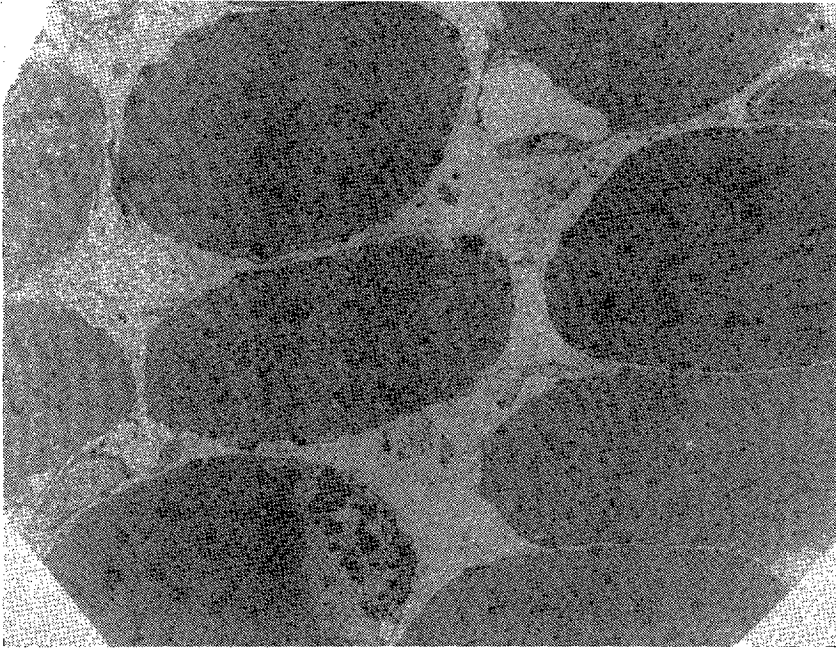


図3 筋生検電顕像(大腿四頭筋)  
症例8 男児(筋生検施行時2ヵ月)(BN-5458)  
倍率 1500倍  
鞘膜下にミトコンドリアの目立った集積がみられる。大小不同、不整、内部構造の変化がみとめられる。

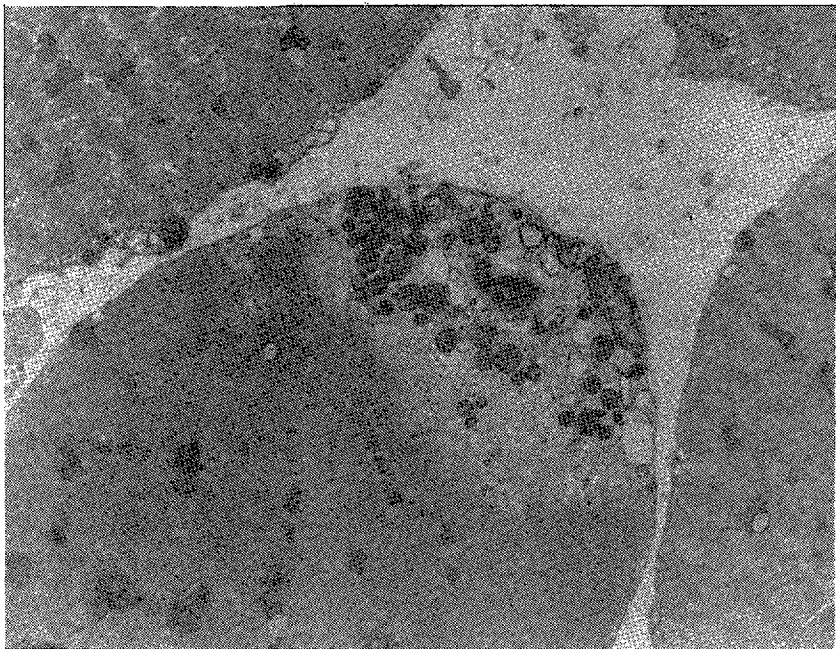


図4 筋生検電顕像(大腿四頭筋)  
症例8 (BN-5458)  
倍率 3500倍  
図3の強拡大である。

表 6 Near-miss SIDS 9 例の筋ミトコンドリア像

症例	ミトコンドリアの数	ミトコンドリアの大きさ	ミトコンドリアの形態	ミトコンドリアの増加部位	血栓形成	筋原線維の性状	筋鞘膜下の蛋白液の沈着	脂肪滴	その他の顆粒
1	著 増	増 加	不整 クリスタ増加	鞘膜下、核周 辺に多い。毛 細血管周辺に 多い傾向。	なし	異常なし	なし	あり	なし
2	中等度増加	軽度増加	比較的均一	鞘膜下、核周 辺に多い。毛 細血管との関 係少い。	なし	異常なし	中等度	あり	鞘膜下にグリ コーゲン 顆粒
3	中等度増加	軽度増加	大小不同 不 整	鞘膜下、核周 辺に多い。 毛細血管周辺 に多い傾向。	なし	異常なし	軽 度	あり	なし
4	中等度増加	軽度増加	大小不同 不 整	鞘膜下、核周 辺に多い。 毛細血管との 相関すくない。	内皮細胞の腫 大による毛細 血管内腔の閉 塞所あり。	筋原線維 間に蛋白 液の沈着 あり。	著 明	あり	鞘膜下にミ エリン様物 質あり
5	中等度増加	軽度増加	大小不同 不 整	鞘膜下に多い。 毛細血管周辺 に多い傾向。	なし	異常なし	軽 度	あり	なし
6	中等度増加	軽度増加	比較的均一 matrix density の低下	鞘膜下に多い 核及び毛細血 管との相関す くない。	なし	異常なし	中等度	あり	なし
7	中等度増加	正 常	不 整	鞘膜下、核周 辺に多い。	なし	異常なし	軽 度	あり	なし
8	中等度増加	軽度増加	大小不同	鞘膜下に核周 辺に多い。	なし	異常なし	軽 度	なし	なし
9	中等度増加	軽度増加	大小不同 クリスタ不 整	鞘膜下、核周 辺に多い。	なし	異常なし	軽 度	なし	E R の増加

で、1000倍以下の弱拡大写真（10本以上の筋線維を含む）を4～5葉作製し、すくなくともこれらの弱拡大写真のいずれにおいても、ミトコンドリアが増加している場合に、ミトコンドリア数の増加ありと判定した。また、鞘膜下にミトコンドリアの増加が明らかかな場合には、筋線維間でも同様にミトコンドリア数の増加が認められ、両者の間には密接な相関々係が存在した。正常人では、鞘膜下にミトコンドリアは存在しないと考えられているので、鞘膜下のミトコンドリア数の多寡を基準とするわれわれの判定方式は客観性を有すると考えられる。

near-miss SIDS 9 例中 9 例の全例において、ミトコンドリア数は中等度以上増加していた。現在までのところ、false negative の症例は 1 例も経験されていない。これに反し、対照 7 例中 5 例においては、ミトコンドリア数の増加傾向は認められなかった。残り 2 例においては、ミトコンドリア数の中等度以上の増加が認められた。

(ii) ミトコンドリアの大きさ

Near-miss SIDS 9 例中 8 例において、ミトコンドリアの大きさが増大したが、対照 7 例については、1 例のみ軽度の増加がみられた。

(iii) ミトコンドリアの形態

Near-miss SIDS 9 例中 8 例において、何等かの形態の変化を認めた。形態異常の内訳はクリスタの増加、形態異常 3 例、マトリックス密度低下 1 例、マトリックス密度増加 1 例、ミトコンドリア大小不同 6 例、ミトコンドリア不整 6 例である。対照 7 例においては、1 例のみミトコンドリアの軽度の大小不同を認めたが、他の 6 例については特記すべき形態異常を認めなかった。

(iv) ミトコンドリアの集積部位

Near-miss SIDS 9 例全例において、鞘膜下にミトコンドリアの集積像が認められた。9 例中 7 例においては、ミトコンドリアは特に核周辺の鞘膜下に多い傾向がうかがわれた。残りの 2 例においては、上記傾向は判然としなかった。

対照 7 例中、ミトコンドリア数の増加を認めた 2 例において、ミトコンドリアの増加は Near-miss SIDS と同様に、鞘膜下に多い傾向がうかがわれた。

(v) 毛細血管

Near-miss SIDS 9 例中 1 例において、毛細血管内皮細胞の著明な腫大による毛細血管内腔の狭窄が認められた。残り 8 例及び対照 7 例においては、特記すべき変化は認められない。

(vi) 筋原線維

Near-miss SIDS 9 例中 1 例において、筋原線維間に蛋白液の沈着を認めた。この 1 例は、筋鞘膜下に著明な蛋白液の沈着がみられた。残り 8 例及び対照 7 例においては、特記すべき変化は認められない。

(vii) 筋鞘膜下の変化

Near-miss SIDS 9 例中 8 例において、種々の程度の蛋白液の沈着を認めた。1 例は上記所見を欠如していた。対照 7 例中 2 例では、蛋白液の沈着が認められたが 5 例では認められなかった。

(viii) 脂肪滴などの顆粒

Near-miss SIDS 9 例中 7 例に脂肪滴、1 例にグリコーゲン顆粒、1 例にミエリン様物質の沈着を認めた。また 1 例において E R の増加が認められた。対照 7 例においては 3 例に脂肪滴の軽度の沈着を認めた以外に特記すべき所見を認めない。

以上より、Near-miss SIDS と対照の間には、筋ミトコンドリアの数及び形態に有意の差が存在することが示唆された。なお SIDS の 1 例においては near-miss SIDS と同様の変化がみとめられた。

3) 食道造影検査

食道造影検査を施行した near-miss SIDS 8 例中 4 例に食道胃逆流現象(GEreflux)、



5例に鼻咽頭逆流現象(nasopharyngeal reflux)、2例に食道蠕動の異常を認めた。GE reflux を認めた4例中2例は、バリウム内服時、チアノーゼ、呼吸困難を呈し、mouth-to-mouth respiration を必要とした。

くり返す肺炎を理由として、食道造影検査が行なわれた2例の対照中、1例にGE reflux を認めた。残り1例には特記すべき所見は認められなかった。

## 考 察

Near-miss SIDS が SIDS の未熟型ないしは軽症型であるか否かは、必ずしも判然としない。しかしながら、near-miss SIDS 児が後日、SIDS として死亡することが少ないこと、near-miss SIDS と SIDS の同一家系における集積性が認められること、near-miss SIDS と SIDS は、ともに慢性低酸素症下にあり、類例の呼吸生理学的特性を有していると思われることなどより、SIDS の病因を動的に追求する上で、near-miss SIDS 児は格好のモデルと思われる。今回、われわれは、near-miss SIDS 9例について、1) 比較的容易に高乳酸血症が惹起されること、2) 筋原線維のミトコンドリア数の増加傾向が認められること、3) 高頻度に GE reflux などの食道機能障害が存在することを、明らかにしたが上記所見は、near-miss SIDS 児が健常対照児とは異なる population group に属することを示唆していると思われる。3) については、多くの欧米の研究者によって SIDS との因果関係が指摘されており、今回の成績も欧米の研究報告を追試、確認する結果となっている。GE reflux によるにせよ、nasopharyngeal reflux によるにせよ、消化管内容物の気道内混入は反射的に乳児の無呼吸を招来するので、これらの上気道、食道機能異常が、near-miss SIDS 児の無呼吸発作の trigger として作用する可能性は充分考えられる。しかしながら、SIDS の成立には単に自発呼吸が突然停止するだけでは不十分であり、無呼吸を死に至るまでこの観点から、REM 期の呼吸特性、hypercapnea に対する呼吸中枢の反応性、呼吸中枢の病理組織学的検索など、無呼吸の遷延する基盤が指摘されているが、SIDS の病態生理の全貌が解明されるには至っていない。

われわれは、無呼吸状態が遷延する機序について、ミトコンドリアの酸化機構の障害を想定する作業仮説に基づいて検討を加えた。ミトコンドリアの酸化機構に障害が存在する場合、エネルギー需要の増大時や酸素供給量の不十分な条件下では、生体の要求する ATP を産生することが不可能となり、ミトコンドリアでは NADH/NAD 比が上昇し、細胞外液では、L/P 比上昇を伴う高乳酸血症が出現すると想定される。勿論、L/P 比上昇を伴う高乳酸血症は、hypoxia 及び hypoxemia を招く様々の病態で出現し、ミトコンドリアレベルでの酸化機構の障害に特有のものでない。しかし、near-miss SIDS 児においては、動脈血酸素分圧の低下は認められず、筋組織においては毛細血管レベルでの循環不全徴候は明らかでなく、種々の先天性代謝異常症の存在も考え難い。従って、われわれは、near-miss

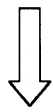
SIDS 児が啼泣時、L/P 比上昇を伴う高乳酸血症をきたすのは、潜在するミトコンドリア酸化機構の異常が、啼泣という運動負荷及び息ごらえ（断続的無呼吸状態）によって、顕在化するためと説明した。

一方、ミトコンドリアの機能障害をきたす種々の病態において、ミトコンドリアの数の増加および形態の異常が存在することが知られている。near-miss SIDS にミトコンドリア酸化機構の障害を仮定するならば、当然ミトコンドリアの数及び形態の変化が高頻度に存在することが予測される。9 例の near-miss SIDS を対象に筋生検を施行し筋ミトコンドリア検索を行った今回の成績は、上述のロジックに一致するものであり、全例においてミトコンドリア数の中等度以上の増加が認められ、形態上の変化も高頻度に観察された。ミトコンドリアの形態や数の変化は、薬剤、高濃度の酸素投与、無酸素症など様々の原因により惹起されることが知られており、われわれが観察したミトコンドリアの変化が、無呼吸発作の原因ではなく結果である可能性、あるいは hypoxia に全く関係ない出来事である可能性が否定できない。この疑問に答えるために、慢性的な至間歇的に無酸素状態にあると思われる 7 例のいわゆる hypoxic control を対象に、筋ミトコンドリアの電顕像を検討した。ミトコンドリア数の増加が観察されたのは 7 例中 2 例でみるべき形態上の変化が認められた症例は 1 例も存在せず、near-miss SIDS と対照の間には有意差が存在すると思われた。hypoxia の程度は、すくなくとも臨床的には対照群により顕性であることを考慮に入れるならば、near-miss SIDS 児が、慢性的に hypoxic であるとする、組織レベルの異常を想定することが無難と思われる。更に無呼吸発作 6～8 ヶ月後に筋生検を行った 2 例の near-miss SIDS において筋ミトコンドリアの著明な変化がみとめられており、現段階においては、near-miss SIDS になられる筋ミトコンドリアの変化が無呼吸発作の結果ではなく原因に密接にかかわる変化と考えたい。

われわれの作業仮説が妥当であるか否かを明確にするためには、筋ミトコンドリアの生化学的分析（電子伝達系を構成する酸素系の量的・質的解析）が必要であり、現在その方法論について検討をすすめている。

## まとめ

Near-miss SIDS 9 例の病態生理について生化学的、病理学的、レ線学的検索を加え、near-miss SIDS が慢性低酸素症を基盤に発現すること、及びその病因がミトコンドリアの酸化機構の障害にあるとする仮説を提唱した。



## 検索用テキスト OCR(光学的文字認識)ソフト使用

論文の一部ですが、認識率の関係で誤字が含まれる場合があります



はじめに

乳児突然死症候群(SIDS)の病因は欧米の小児科医による精力的な研究活動にもかかわらず、なお未解明のまま残されているのが現状である。M.Valdes-Dapena は、1982年6月、アメリカ、ボルチモア市において開催された SIDS に関する国際会議において、SIDS の研究史を総括して、次のように述べている。

1)SIDS の死亡機序を呼吸死説と心臓死説に大別するならば、病理組織学的には心臓死説を示唆する所見は殆んど見出されていない。

2)SIDS の呼吸死説を支持すると思われる所見は、単に病理組織学の立場のみならず、呼吸生理学、睡眠生理学、発達神経学の立場から、多数報告されている。

3)現在までに提唱された SIDS の病態モデルのなかで、様々の検証に耐え得た唯一の仮説は、呼吸死説を示唆する、Naeye らによる慢性低酸素症説である。Valdes-Dapena の基調報告の如く、Naeye らの研究は、SIDS の病因解明に多大の貢献をなし、過去 10 年間 SIDS の研究は、Naeye らの慢性低酸素症説を軸に展開してきたといっても過言ではない。かいつまんでいえば、Naeye らは、SIDS 解剖例の詳細な形態学的・検索に基いて、慢性低換気症(Chronic hypoventilation)及び慢性低酸素血症(Chronic hypoxemia)が SIDS の特徴的な所見であると考察した。(ちなみに、Naeye らは、慢性低換気症と慢性低酸素血症を明確に区別しており、前者により、1)小肺動脈中脈の増殖及び肥大、2)右室肥大が、後者により、1)傍副腎褐色脂肪細胞の増加、2)肝における赤芽球造血の増加、3)3)頸動脈球の変化、4)副腎髄質におけるクロム親和性細胞の増加、5) .脳幹呼吸中枢におけるグリアの増加がみられるとしている。)

これらの症理学的所見は、低酸素症が相当期間持続した場合にはじめて出現するものであり、SIDS の病因の出現時期を胎生期にもとめる考え方の根拠となっている。また別の見方をすれば、SIDS は全く健康乳児に発現するのではなく、生前慢性的に低酸素症状態にあった児に出現することになる。

われわれは、過去数年間主として near-miss SIDS を対象に、Naeye らの仮説の妥当性について検討を加え、以下に述べる如く near-miss SIDS 児は、啼泣後の静脈血乳酸値及び L/P

比、筋肉ミトコンドリア所見、食道造影検査成績上、対照乳幼児と明らかに異なることを見出した。これらの知見は、Naeye らの仮説に一致するものであり、SIDS の病因として、ミトコンドリアの酸化機構の障害が推察された。