日本小児循環器学会雑誌　9巻4号　600～604頁（1994年）

＜研究会抄録＞

第2回小児運動循環器研究会

日　時　平成5年2月27日
会　場　日本シェーリング（株）本社新館講堂（大阪市淀川区）
世話人　国立循環器病センター小児科　神谷　哲郎

一般演題

1. 心電図上のQT延長を示す小児の運動負荷

名古屋大学小児科後藤　雅彦，長井　典子
辻　明人，長島　正實
東濃病院　長谷川誠一

学校検診にて安静時心電図上QTcの延長を指摘された臨床症状のない7歳から13歳までの14例に対してトレッドミル負荷試験を行った．運動負荷前，最大運動負荷時，および運動終了後の各phaseの心拍数，QT，QTp(Q波の始まりよりT波の頂点までの時間)について評価した．その結果，運動時の最大心拍数が低い群（175/min以下，平均156/minの8例）と高い群（平均190/minの12例）が認められた．運動負荷前，および負荷後でのQTcに両群間での有意差は見られなかった．最大心拍数が高い群では運動負荷時のQTpと運動負荷後のQT延長との間には一定の傾向は見られなかったが，心拍数上昇の低かった群で運動中のQTpと負荷後のQTcとの間に一定の傾向が見られた．

2. QT延長症候群における運動負荷によるQTpの変動

国立循環器病センター小児科
川出麻由美，松田　雅弘，大内　秀雄
中島　徹，新垣　義夫，神谷　哲郎
同　内科心臓部門
江森　哲郎，大江　透

目的：若年者QT延長症候群(LQTS)の運動負荷によるQT間隔を連続的に計測して失神発作のある症例とない症例について検討した．

方法：対象はLQTS 15例と，対照(C)11例．LQTS中，失神発作のある群（S）が8例，ない群（NS）が7例．QTpをRRで補正してQTpcとした．安静時からトレッドミル試験終了時までのQTp，QTpcをRRに直線回帰した．

結果：QTpの回帰直線の相関係数はS 0.85，NS 0.83，C 0.97で，S，NSはCに比べ相関が低かった($p<0.01$)．残差分散は，S 402.1，NS 544.5，C 72.1で，NSはCに比べ大であった($p<0.05$)．QTpcの回帰直線の傾きはS −0.184，NS −0.044，C −0.005でSはCに比べて小であった（$p<0.05$）．

総括：S，NSともにCに比べQTpのばらつきが大であったがS，NS間には差はなかった．さらにSではCに比べて速い心拍数でのQTpcの延長が高度であった．

3. 先天性完全房室ブロック児における運動負荷試験

聖マリア病院小児循環器科　高木　純一
久留米大学小児科
井上　治，加藤　裕久

目的：小児の先天性完全房室ブロック（CAVB）において，ペースメーカー群（PMI群）と非ペースメーカー群（non-PMI群）での運動能の差異を検討する．

対象：小児CAVB 10例(PMI群：10.8歳，non-PMI群：12.4歳）と対象群12例：11.5歳．方法：Bruce法にてトレッドミルテストを行った．

結果：運動耐容時間：PMI群588±57sec，non-PMI群639±57sec，対象群803±105secで，心室拍数上昇率は最大負荷にてPMI群132%，non-PMI群192%，最大負荷時血圧はPMI群146±21mmHg，non-PMI群157±11mmHgであった．

結語：①CAVBの小児の運動耐容時間は対象群に比し低下傾向を認めた．②PMI群はnon-PMI群に比し負荷における心房拍数に対する心室拍数の反応が不良であった．③PMI群はnon-PMI群に比し負荷量増加に対する収縮期血圧の反応が不良であった．

4. 高度肥満小児の減量による運動心肺機能の変化について

日本大学医学部小児科
唐澤　賢祐，岡田　知雄
原田　研介，大國　真彦

目的：高度肥満小児は運動能の低下が認められるが心肺機能の低下が関与しているものであるか減量前後

Presented by Medical*Online

の運動心肺機能を評価することにより検討した．

方法：対象は3週間の食事，運動療法により減量効果を認めた6例である．方法は呼気ガス分析を用いてブルース法によるトレッドミル負荷試験を行った．

結果：減量により運動耐容時間は延長し最高心拍数は変化がなかったが，最高酸素摂取量，anaerobic thresholdは減少した．心機能の指標であるVO_2-HR SLOPEも5例で低下した．

考察：減量により運動能は改善したが運動心肺機能の評価は減量前より低下傾向にあった．高度肥満小児は組織量の増加に対し代償的に高心拍出量状態になり運動心肺機能としては優れた状態にあると考えられた．

5．トレッドミルSlopeと心拍数の関係を用いた小児への簡便な心肺機能検査法—小児肥満への応用—

JR東京総合病院小児科
笠原　悦夫，村山　隆志，山根知英子
東京大学医学部母子保健学教室
日暮　　眞
同　保健管理学教室　　川久保　清

既存の運動負荷による小児の心肺機能測定法は，その手技，価格などの日常の小児科診療レベルにおいて気軽に利用できるものではない．そこでトレッドミル漸増多段階運動中のSlopeと定常心拍数の関係を用いた，Slope 150という簡便な新しい心肺機能指標を考案した．

水平状態から4km/hrで歩行を開始し，3分ごとに2.5%ずつ勾配を漸増させる負荷方法で，その間心拍モニターにより各段階の定常心拍数を求め，150bpmでの仕事量を酸素摂取量に換算した値をSlope 150とした．

今回小児肥満による体力低下を評価する目的で，学童既前半から思春期にわたる小児を対象に測定した．肥満度による比較を行い，Slope 150は肥満度に見合った心機能を表わし，個々の治療前後の体力変化を定量的に示した．また，Slope 150と換気閾値（VT）などの比較で，運動生理学的な意義も検討したので加えて報告する．

6．酸素摂取効率（OIE），SLOPE，負荷終末酸素摂取量（EEx VO_2）等を用いた総合的な運動耐容能評価の有用性

大垣市民病院小児循環器科
馬場　礼三，安田東始月，田内　宣生
福岡市立こども病院循環器内科
砂川　博史

運動耐容能の指標として，従来より負荷終末酸素摂取量（EEx VO_2），嫌気性代謝閾値等の指標が用いられてきたが，我々はこれらに酸素摂取効率（OIE），SLOPE等の指標を併用して臨床に用いている．OIEは運動中の肺血流量および換気血流均衡の指標，SLOPEは一回心拍出量の指標として有用とされている．今回これらの指標の小児における標準値を示すと共に，これらを総合的に観察することで，より詳細な運動耐容能の評価が可能になることを実際の症例も含めて提示する．

要望演題

K1．酸素摂取量，心拍数時系列変化から検討したファロー四徴症術後患者の運動能評価

徳島大学医学部小児科
多田羅勝義，松岡　　優，後口　ユリ
久保　雅宏，黒田　泰弘

酸素摂取量及び心拍数の運動負荷中時系列変化を解析することにより，ファロー四徴症術後患者の運動能評価を試みた．まず正常男子30例，女子33例をコントロールとしてBruceのプロトコールによりトレッドミル運動負荷を行い，心拍数，酸素摂取量時系列変化の95%信頼区間を求め，標準曲線とした．標準曲線作成のための代表値として各ステージ毎の最大値と最終値の2つの値を用いた．ファロー四徴症術後患者11名中3名で負荷が強くなると，急激に心拍数が増加するが，酸素摂取量は運動開始から終了まで標準域を下回っていた症例があった．このような症例では負荷時，一回拍出量の増加が不充分で，運動予備能が乏しいと考えられた．ファロー四徴症術後患者では負荷試験を行い，個々に運動処方を要する．

K2．運動負荷による肺血流・換気パタンの変化—ラステリ術後例の検討—

国立循環器病センター小児科
小野　安生，神谷　哲郎，河村　誠次
木下　義久，大内　秀雄
同　放射線診療部
石田　良雄，高宮　　誠

目的：ラステリ術後例の運動時の肺血流・換気パタンを安静時の所見と比較した．

方法：対象は，ラステリ術後13例で，肺換気シンチ（VS）はKr-89を用い，安静時撮像後座位エルゴメータにより1w/kg，負荷時に後面から撮像した．運動負荷時の肺血流シンチ（PS）は，運動負荷換気シンチ撮像

Presented by Medical*Online

後，Tc-99mMAAを投与し行い，安静時の肺血流シンチは他日に行った．心カテの結果により，無肺高血圧8例（N群）と肺高血圧例5例（PH群）を比較検討した．

結果：VSは，右気管支狭窄のある1例を除いて，運動負荷前後で換気パタンの変化は認められなかった．PSでは，N群全例で血流パタンの変化は認められなかったが，PH群では5例中4例で血流不均等が拡大した．

結論：ラステリ術後，肺高血圧残存例で，運動により換気血流不均衡が増強された．

K3. TAPVD心内修復術後の運動負荷試験

兵庫県立尼崎病院心臓センター小児部
武知　哲久，村上　洋介，槇野征一郎

TAPVD術後8例（4.9～23.7歳）にBruce tread-mill exerciseを行い年齢の一致したcontrol（標準）と比較した．乳児期手術（0カ月～11カ月）を施行した6例はendurance timeが標準の±1SD以内で，この内5例はpeak VO_2が±1SD以内で，運動に対する心拍反応も正常であったが，1例はpeak VO_2が−1.5SD以下で心拍増加も悪かった．年長で手術（2.6～13.3歳）した2例はendurance timeが−3SD以下で，peak VO_2も−1.5SD以下であったが心拍反応は正常であった．この2例は術後も運動を中止していた．重篤な遺残症のないTAPVD術後の運動能は正常と考えられるが，心リズムの問題や術後の活動は運動能に影響すると考えられた．

K4. 先天性心疾患手術後患児の運動中心拍応答

榊原記念病院外科
高橋　幸宏，龍野　勝彦
菊池　利夫，小林　信之
同　小児科
村上　保夫，森　克彦，鈴木　清志

目的：多段階負荷に対し，特異な心拍応答を呈した症例を提示し，運動指導における心拍応答評価の意義について検討する．

症例：①運動が強くなると心拍数が急速に増加し，酸素脈が低下する反応を呈したTOF，Fontan，ASD，Rastelli手術後症例を示し，各疾患の運動時血行動態について考察する．②Chronotropic incompetence（CI）と診断したTOF，Mustard，Fontan手術後症例を示し，それぞれの臨床経過および運動機能の変化から，CIが各疾患に与える影響について考察する．

結論：先天性心疾患手術後の運動指導には，得られたデータの大小だけでなく，各測定項目の運動に対する反応およびその経年変化を，症例ごとに評価することも重要である．

K5. Fontan手術前後での運動能の経時的変化に関する検討

東京女子医大心臓血圧研究所小児科
南沢　享，安井　清，中西　敏雄
里見　元義，中澤　誠，門間　和夫

目的：Fontan手術前後での運動能を経時的に検討する．

対象：1年以上経過を追った7例（男2，女5，手術時年齢11～32歳，術後平均16.6カ月経過）．

方法：自転車ergometerを用いたRamp負荷．

結果：1）全例運動時の自覚症状，血中酸素飽和度は改善した．2）換気性閾値（VAT）は4例が術後増加したが，3例は不変ないし軽度低下した．3）VAT時の酸素摂取量は術前が6.5～18.8（平均13.2±3.9）ml/kg/minであり，術後12.3～18.4（平均15.2±1.8）ml/kg/minと増加した．4）増加群は術後4～6カ月以後に運動能の改善がみられたが，健常者に比べると，なお低値であった．

結語：Fontan術後は運動時の低酸素症が改善し，自覚症状も軽減する．4～6カ月以後VATも改善するが，一部は術前のレベルに留まった．

K6. 学齢期に達した右心バイパス術後症例の運動機能ならびに生活状況について

札幌医科大学小児科
池田　和男，富田　英，千葉　峻三
同　胸部外科　安喰　弘

三尖弁閉鎖に対しての心内修復術として出発した右心バイパス手術（いわゆるフォンタン型手術）は近年単心室などの複雑心奇形に対する血行動態修復術としてのその適応が拡大している．本手術を施行された症例の心機能や運動能が正常児に比し劣っている事は多くの研究から明らかにされている．当科では経験したフォンタン型手術症例のうち学童期に達した7例について，トレッドミル運動負荷時の酸素消費量・心電図変化について検討した．心エコー所見・心臓カテーテル結果ならびにアンケート調査から得られた日常の生活状況（身体活動能力）についても併せて報告する．

K7. 先天性心疾患術後患者の運動指導と負荷試験—フォンタン型術後患者の運動負荷試験と換気機能—

神奈川県立こども医療センター循環器科
宝田　正志，康井　制洋

Presented by Medical*Online

岩掘　　晃，降旗　邦生

対象はフォンタン型手術を施行した三尖弁閉鎖8例（Ia：1，Ib：4，Ic：2，IIc：1）その他（単心室，両大血管右室起始等）3例の計11例である．運動負荷はいずれの症例も期間をおいて2回以上にわたって行い，短期～中期的に運動能の経時的変化の推移をみることを主たる目的とした．手術時年齢は4歳8カ月～13歳（平均8歳5カ月），検査時年齢は6歳～19歳まで延べ38回にわたって施行した．最終検査時の術後経過年数は3年8カ月から6年である（平均4年6カ月）．運動負荷はトレッドミルによるブルース法にて行い，運動持続時間・最大心拍数・Peak VO_2を測定した．換気機能は今回肺活量（%VC）・一秒率（$FEV_{1.0}$%）・最大換気量（%MVV）の測定を行った．運動指導は現在これらの負荷試験の結果とホルター心電図及び各種臨床データを総合判定して行っている．

シンポジウム「小児の連続性多段階負荷の実際」

S1．トレッドミルの負荷方法：Q-DASH，H-DASH，M-DASH，BRUCE法の比較

名古屋大学小児科
長井　典子，長嶋　正實，西端　健司
辻　　明人，長谷川誠一，後藤　雅彦

我々はトレッドミルの負荷方法としてBRUCE原法とQ-DASH，H-DASH，M-DASHの3種類の急速負荷方法を施行しているのでその概要を報告する．

Q-DASH法はstage Vまで1.5秒ずつgradeをあげていき，stage VからBRUCE法と同様に3分ずつgradeを上げていく方法で，H-DASH法は30秒ずつ，M-DASH法は1分ずつそれぞれQ-DASH法と同様にstage Vまでgradeを上げていく方法である．1992年4月から9月までの間にトレッドミルを施行した75例のうち，Q-DASH法は25例，H-DASH法は14例，M-DASH法は25例，BRUCE法は11例に施行した．

Q-DASH法を施行した25例はVPC 12例，VT 5例，SVT 3例，WPW 2例，先天性心疾患術後2例，QT延長傾向1例であった．H-DASH法はQT延長6例，VPC 4例，術後2例，VT 1例，OD 1例に対して行われた．M-DASH法はQT延長9例，術後7例，SVT 3例，VPC 2例，房室ブロック2例，OD 1例，ST異常1例に対して行われた．BRUCE法は術後4例，MCLS冠動脈瘤3例，VT・VPC・房室ブロック・ST異常が各1例に対して行われた．Q-DASH法が主に不整脈の誘発を目的とし，比較的運動能に優れているものか，過去に何らかの方法のトレッドミル負荷試験を受けたものに施行されたのに対し，BRUCE法は心機能低下が疑われ運動制限を受けているものや年少時に対して施行された．H-DASHやM-DASH法は両者の中間的な症例に対して施行される傾向にあった．

S2．小児におけるトレッドミル運動負荷について

兵庫県立尼崎病院心臓センター小児部
武知　哲久，村上　洋介，槇野征一郎

当科で経験した呼気ガス分析併用のトレッドミル多段階負荷230件（年齢4歳～18歳）について検討を行った．

方法：protocolはBruce法を用いた．運動のend pointの目安は自覚的最大を原則とし，換気量が増加中，または負荷増大に対し酸素摂取量がプラトーとなった時とした．

結果：Bruce protocolによる負荷は年齢は6歳以上で，身長は110cm以上で確実に行えた．低年齢や心機能低下例では酸素摂取量がプラトーとなる負荷は困難な場合があった．運動終了時の分時換気量（15秒平均）はFEV 1×0.55×RRp（RRp：小学生60，中学生55，高校生50）で表されたが，最高酸素摂取量が標準の75%以下である心機能低下例では約2/3の症例がその換気量に達しなかった（呼吸予備能が高い）．酸素摂取量はBruce各ステージの年齢別標準量がある程度決まっていたが，心機能低下例では負荷終了前のステージから標準より少なくなっていた（O_2 defficitが大きい）．運動中の心電図所見と酸素摂取量は必ずしも一致しなかった．

結論：換気量増加の程度は運動のend pointの1つとなりうる．3分毎の多段階負荷では心機能低下例のO_2 defficitが大きくなる負荷量を推定でき，その時の運動量の指標として各例での心拍数が目安となる．実際の運動指導では有酸素運動能だけでなく疾患の特性や心電図所見を含めた総合的な判断が必要である．

S3．神奈川県立こども医療センターにおけるトレッドミル運動負荷試験の実際

神奈川県立のども医療センター循環器科
降旗　邦生，岩掘　　晃
康井　制洋，宝田　正志

川崎病冠動脈後遺症患児，先天性心疾患の術前後の患児の蓄積により，近年小児科領域での運動負荷試験の必要性は増加してきている．最近数年間での当院における運動負荷試験は以下のとおりに施行してきた．①検査対象：（1）川崎病後冠動脈病変の心筋虚血の評価，（2）先天性心疾患患児の運動耐容能の評価，（3）不

Presented by Medical*Online

整脈の誘発および評価，(4) 運動で誘発されると予測される症状の診断（運動関連性胸痛や失神発作など）．最近の410例では，(1)：50%，(2)：36%，(3)：10%，(4)：4%であった．年齢構成は4歳～23歳で，就学前36%・学童前期31%・学童後期18%・中学生以上15%であった．②検査方法：(1)：主としてBruceのプロトコールによるトレッドミル運動負荷を施行した．(2) 12誘導心電図を記録して不整脈，心筋虚血を評価した．(3) 症候限界性に検者がend pointを決定し，運動持続時間，最終心拍数を記録し，それぞれMET，max. HRに近似するものとして運動耐容能を評価した．(4) 一部の症例においては呼気ガス分析器を用いて，最大酸素摂取量，酸素脈を測定した．また，V-slope法によりATの決定も試みた．小児科領域における運動負荷試験の問題点として，以下の点が上げられる．①検査対象となる小児が年齢，体格，運動能力において著しく不均一であること．②検査の適応となるケースが，先天性心疾患患児の運動耐容能の評価，川崎病後冠動脈病変の心筋虚血の評価，不整脈の評価，運動で誘発される症状の診断など多用であること．③患児の検査への協力が得られないことがある．これらの点を考慮しながら，負荷試験の結果を評価していく必要があると思われる．

S4. 小児の運動耐容能の評価の実際

国立循環器病センター小児科
大内　秀雄，中島　　徹，山田　克彦
黒嵜　健一，川出麻由美，松田　雅弘
神谷　哲郎

目的：先天性複雑心奇形患児を含む小児の，運動負荷中の循環，換気の諸指標の変化と運動耐容能との関係を検討する．

対象：先天性心疾患は最終的心内修復術に至っていない例，フォンタン型術後例，右室流出路再建術後例などで，対照は川崎病既往者などとした．

方法：呼気ガスを併用したトレッドミルによる運動負荷を行い，運動中の到達時間からみた運動耐容能と循環(心拍数，血圧)，呼気ガス分析から得られた換気諸量(酸素摂取量，換気量，呼吸数，一回換気量など)および換気血流マッチング（換気当量など）の程度との関係を比較した．

結果：対照では，嫌気性代謝閾値レベルや自覚的最大負荷レベルでの循環，換気諸量との間に成長に伴う変化，性差がみられるものが多かった．到達時間からみた運動耐容能と呼気ガス分析から得られた諸指標との間には相関性はあるものの，ばらつきの大きな指標もあった．

結語：小児では心肺運動負荷試験から得られた諸指標は，成長による変化を考慮し予測値に対する割合表示が望ましいと考えられ，また，これらから運動耐性能を評価する場合は総合的に判定すべきである．

S5. 先天性心疾患手術後の運動負荷試験とその評価

榊原記念病院外科
高橋　幸宏，龍野　勝彦，菊池　利夫
同　小児科
村上　保夫，森　　克彦，鈴木　清志

目的：手術後患児管理の為の運動負荷試験と，その評価方法について報告する．

運動負荷の目的と方法：遺残病変や新たな合併症による，進行性かつ潜在的な心機能及び血行動態の変化を，運動負荷による総合的心肺予備力の変化としてとらえ，①学校生活や運動の安全性，可能性を経年的に確かめる，②再手術の適応と時期を，心肺予備力の低下から決定する．この目的には主に自転車ergometerを用いているが，不整脈症例やクラブ活動希望症例には単一段階負荷を含めたtreadmillも考慮する．

測定と評価：運動負荷中は，VO_2，HR，O_2 pulse，VCO_2，VE，VE/VO_2，VE/VCO_2をモニタリングし，酸素消費量の直接的増加と換気反応を確認することで負荷量の正確性を確かめ，前回データと比較しながら，respiratory compensation（RC）以上の負荷を目標とする．

不整脈の増強やAT時，RC時，最終負荷時における，各測定項目値の変化だけでなく，同一負荷に対する，酸素消費量，心拍数，酸素脈の反応の変化をみることで運動時血行動態の変化を評価し，運動制限や心エコー検査の必要性，次回運動負荷時期を決定している．

RC以上の負荷が可能であった場合には最大値として採用するが，疾患群間や異なる手術群間で最大運動機能を比較検討する場合には，体格，年齢，性差が群間で差がないことを付加条件とする．

Presented by Medical*Online