

心拍数メモリー装置としてバンテージ NV (Polar) を用いた幼児の 24時間心拍数測定における問題点

A trouble with 24 hour heart rate measurement for kindergarten children with a portable heart rate memory system, VantageNV (Polar)

杉山康司・吉田和人・河合 学・祝原 豊*・中野偉夫

Koji SUGIYAMA, Kazuto YOSHIDA, Manabu KAWAI, Yutaka IWAHARA*, Hideo NAKANO

(平成11年10月4日受理)

要 約

本研究は携帯用心拍数メモリー装置バンテージ NV (Polar) を用いて幼児の24時間心拍数測定を行う場合の問題点を検討した。被験児は静岡市内の私立幼稚園の年長園児24名であった。彼らに2～3回の24時間心拍数測定を試みた。本研究では、バンテージ NV のトランスミッターサイズが幼児の骨格には適合しないことから、背面部から幼児の胸部にセンサーが装着できるようにゴムバンドなどに工夫をした。また、メモリー装置は誤操作などを防ぐため、ケースに収納し、被験児胸側のトランスミッター装着用の肩ヒモに取り付けた。さらに、バンテージ NV は入浴などの一時的（10～15分）なトランスミッター取り外しにおいてもメモリー機能が終了してしまうため、保護者にメモリー装置の再スタート操作を依頼した。その結果、4.2%（1名）がメモリー装置装着時の違和感を理由に測定を取止め、12.5%（3名）が1回目の測定中にトランスミッター装着部のかゆみなどを訴え、測定を中止した。従って、4名を除く20名（83.3%）について2～3回の24時間測定を実施し、計48試行の測定結果を得た。結果として、行動時におけるトランスミッターのずれが18.8%（9試行）、睡眠時における体動によるトランスミッターのずれが6.3%（3試行）、入浴後の再装着時の保護者の再スタート操作失敗が16.7%（8試行）であった。最終的に、48試行中58.3%（28試行）の結果が24時間心拍数測定データとして用いることができた。幼児の心拍数を測定するためにバンテージ NV を用いる場合には被験児の背面からトランスミッターを装着することで測定は可能であるが、24時間測定を行う場合にはその成功率は約60%と考えられた。現時点においてこの心拍数メモリー装置を用いた実験の成功率を上げるためにはトランスミッター装着時の装着用ゴムバンドの締め方に十分な検討が必要であることが示唆された。また、測定中の一時的な取り外し（今回は入浴）が必要な場合でもメモリー装置が連続的にメモリーし続けている再スタート操作の必要ない装置が、幼児に限らず24時間心拍数を測定する場合の装置として必要であり、今後の測定器の改善が指摘された。

はじめに

1970年頃からハートテレメーター法（無線搬送）による心電図記録あるいはハートコーダー

*静岡精華短期大学（Shizuoka Seika College）

による心電図記録をすることで、実験室以外のフィールドでも運動中の心拍数を測定できるようになり、競技スポーツにおける競技力向上のためのトレーニングや健康づくりのための運動処方などのデータを収集する目的で大いに役立てられてきた⁹⁾。1980年代になると、電極を取り付けR波のみをカウントし、ICに記憶し、測定後パーソナルコンピュータにデータを高速で転送する携帯用心拍数記憶装置が主流となり、より実践的なデータが収集されるようになった^{3,5,7,8)}。最近の研究では、心電波形のR波のみを感知し、腕時計式のメモリー装置に無線搬送するメモリー装置が頻繁に用いられるようになってきている¹⁾。その代表的な測定装置として挙げられる携帯用心拍数メモリー装置バンテージ NV (Polar) は胸部に取り付けたトランスミッターの電極部が心臓のR波を感知し、腕時計式のメモリー装置に無線搬送することで水中運動も含めて活動中の心拍数が誰にでも容易に測定できる装置として紹介された。また、トランスミッターの装着は専用のゴムバンドあるいはスポーツブラジャーで止めるだけで特に電極類を用いる必要はなく、1台の価格が安価であることから、心拍数のデータを必要とする分野においてより実践的なデータの収集が可能になると期待されている。特に、装置の脱着が簡単であることから24時間測定時の途中に入浴することを被験者に可能にしたり、心電図を記録するために電極を長時間装着する場合に生ずる皮膚荒れや爛れの危険性がないことから、皮膚のデリケートな対象者として考えられる幼稚園児や小学期の子供たちへのストレスが軽減し、保護者への理解が得られ易いと思われる。先行研究では、幼児を対象にした24時間心拍数測定では入浴後から翌日の入浴前までの測定が行われていたり⁶⁾、測定日の入浴をしないという制約をもって保護者に協力を依頼している^{2,3,4,7)}。

幼児期からの健康を考える意味からも子供の適度な運動刺激に関する研究は今後も進められなければならないし、その手がかりとして24時間の心拍測定は意義のある研究課題と思われる。しかし、少子化にともない、子供の健康状態に過敏となっている保護者に対し、これまでの測定方法で協力と理解を得るのは非常に難しい。データの収集は一層困難なものとなるであろう。Durant ら¹⁾は幼児を対象に類似機種を用いて測定の信頼性について検討し、長時間測定が幼児にも可能であり、得られた結果は信頼されるものであることを示唆している。もし、バンテージ NV の様な機器を幼児にも利用できれば、今後の研究において一助となるに違いない。しかし、バンテージ NV は幼児の測定を対象とはしていないため、現状での利用には検討しなければならない問題点が残されている。例えば、幼児の骨格に対しては適していない。すなわち、トランスミッターを胸部前面より装着すると、バッテリー部が約10cm あるため、幼児の胸郭にセンサー部をフィットさせることが出来ないことである。

そこで、本研究はバンテージ NV を幼児の背面部から装着できるように装着用ゴムバンドなどを改良し、活動強度や睡眠時の心拍数を測定し、幼児を対象とした24時間心拍数測定への利便性について検討することを目的とした。

実験方法

被験児

静岡市南幼稚園の年長組園児を対象に心拍数の測定を行った。測定にあたり、対象園児の保護者全員に研究の主旨および安全性ならびに協力事項について詳細な説明を行い、保護者の同意を求めた。本研究は被験児の生活活動強度として心拍数を測定することにより、心拍数メモリー装置の問題点を検討する目的から、被験児24名およびその保護者には2～3回の測定を依頼

した。その結果、保護者からの同意が得られた園児は年長園児72名のうち24名（男児14名、女児10名：全体の33.3%）であった。被験児の身体的特性を男女別に平均値で表1に示した。

表1 被験児の身体的特性

被験児	身長 cm	体重 kg	BMI	皮脂厚 mm
男児 n=14	112.9±5.2	21.2±3.6	16.6	16.5±4.6
女児 n=10	112.8±3.6	18.7±2.6	14.6	15.8±3.1

24時間心拍数測定

携帯用心拍数メモリー装置バンテージ NV (Polar)は胸部に取り付けたトランスミッターが心臓のR波を感知し、腕時計式のメモリー装置に無線搬送することで活動中の心拍数が測定できる。本装置は幼児の骨格に対しては対応しておらず、トランスミッターを胸部前面より装着すると、バッテリー一部が約10cmあるため、幼児の胸郭にセンサー部をフィットさせることが出来ない。そこで、本研究では被験児の背面部からトランスミッターを装着させ、センサー部をフィットさせるように装着用のバンドおよび肩紐を作り、本装置を幼児の心拍測定にも応用できるようにした（写真1）。

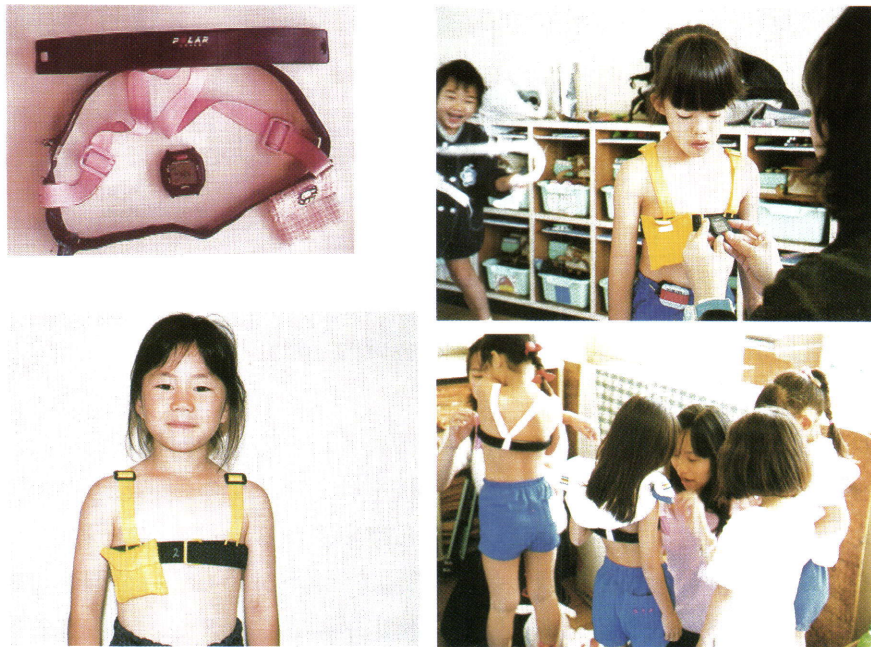


写真1 実験に使用した携帯用心拍数記憶装置（バンテージ NV：Polar 製）および測定風景（右上、右下）。左上はバンテージ NV のトランスミッターおよびメモリー装置。左下は装着写真（トランスミッターは被験児の背面から装着している）。写真の通り、メモリー装置の腕時計用ベルトを取り外し、メモリー装置本体を誤操作防止用のケースに収納し、胸部に装着した。

心拍数メモリー装置による心拍測定に慣れるため、実験の数週間前から験者が、園内において被験児と慣れ親しみながら、測定器に興味を持たせ、楽しんで実験に参加できるように配慮した。実験当日、登園した被験児は保育前に心拍数メモリー装置を装着した。園内では験者が彼らの行動を記録し、降園後は保護者の協力により翌日の登園までの行動を記録した。被験児が入浴する際にはトランスミッターを外し、事前に配付した再装着および再スタート操作のマ

ニユアルに基き、保護者が再装着および再スタート操作を行った。翌朝、登園後すぐに心拍数メモリー装置を取り外し、心拍データをパーソナルコンピュータ (Libretto 20: 東芝) に転送し、データの確認を行った。

得られたデータは入浴前と入浴後に分割されてメモリーされているため、これらを一つにまとめて図1のようなグラフに示した。本研究では最終的に20名の被験児で48試行のデータを得た。これら48試行の測定結果を2名以上の験者が観察し、入浴時を除いた24時間の心拍データが確実に得られた試行数および、就寝前および起床後の覚醒中にノイズが認められた試行数、睡眠中にノイズが確認されえた試行数および入浴後の保護者による再スタート操作上のミスが考えられる試行数の4種に分類した。

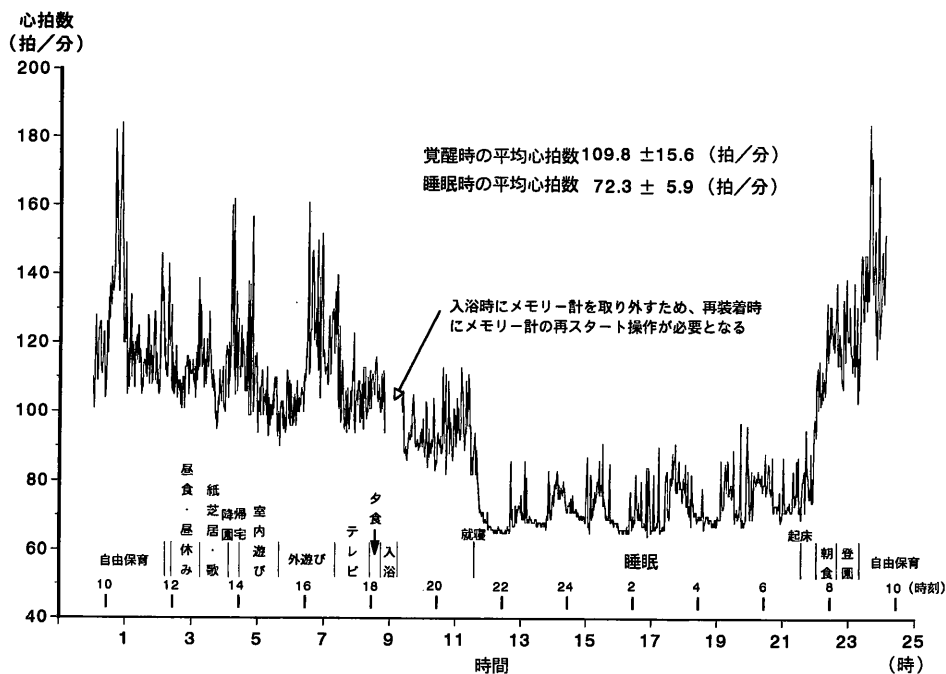


図1 幼児の生活活動強度としての24時間心拍数測定結果

結果および考察

本研究では年長園児72名のうち24名 (33.3%) の保護者からの協力が得られた。決して十分な協力人数ではなかったが、装着する手間や行動記録をチェックする煩わしさを考えると、対象とした幼稚園における保護者の関心度は高いものと推察される。本研究に参加した24名の被験児の内、装着を嫌がった割合を表2に示した。4.2% (1名) がメモリー装置装着時の違和感を理由に測定を取止め、12.5% (3名) が1回目の測定中にトランスミッター装着部における皮膚のかゆみなどを訴え、測定を中止した(表2)。本研究では測定の数週間前から験者が幼児と触れ合い、心拍数メモリー装置に対する彼らの関心度を高めることで、楽しみながら測定できるように準備を進めた。ところが、測定当日になって、装着することを拒む被験児が1名認められたことは、心拍測定に限らず、幼児の研究を計画する上で計算しておかなければならないリスクとして受止める必要がある。この結果は、幼児を対象とした研究の難しさの一端を示している。また、1回目の測定中に測定を中止することとなった被験児(12.5%)については、バンテージNVの装着法に原因がある。バンテージNVはゴムにより胸部を圧迫するため、長時間の装着で皮膚にかゆみを感じる場合があり、1回目の測定中に我慢できなかった幼児についてはトランスミッターを装着する際にゴムバンドで強く固定しすぎてしまったと考えられる。

表2 24名の被験児のうち測定の途中で中止した者

	被験時数	出現率
	人	%
・測定時装着を嫌がった者	1	4.2
・かゆみなどを訴えて測定を中止した者	3	12.5
合計	4	16.7

表3 測定失敗の理由と各失敗の出現率

測定失敗理由	測定件数	出現率
	件	%
・行動時動きによるトランスミッターのずれ	9	18.8
・睡眠時におけるた体動によるトランスミッターのずれ	3	6.3
・入浴後の再装着時における保護者の再スタート操作失敗	8	16.7
24時間の測定が出来なかった件数の合計	20	41.7

一方、2～3回の測定を行った残りの20名についての測定結果（48試行）をみたところ、覚醒時活動中のトランスミッターのずれおよび睡眠時の体動によるトランスミッターのずれによるトラブルがそれぞれ18.8%（9試行）ならびに6.3%（3試行）であった（表3）。保護者に依頼した行動記録をみると、装置の脱着が容易であるため、ゴムの締めつけが強い場合には幼児が違和感を感じ、自分でその装置を動かしてしまう（睡眠時においては無意識に触ってしまう）ケースや、験者、保護者が、装着の際に強く締めつけないようにしたために活動時の胸部の動きや睡眠時の寝返りなどでセンサー部がずれてしまったというケースが報告されていた。これらのトラブルもまた、トランスミッター装着時のゴム調節が大きな影響を及ぼしている可能性が高い。本研究では事前に被験児ごとに締めつけ具合を調査し、ゴムに目印をつけるなど再現性についても配慮を行っていたが、測定時のトラブルを少なくするためにはトランスミッター部の装着について更なる検討の必要性が指摘される。背面部からトランスミッターを取り付けた場合でも心拍数は測定できるが、ゴムの締めつけ具合などの調節が難しく、現時点では6割程度の成功率であることを認識しておかなければならない。ただし、従来の方で行った場合の長時間の電極装着時に生ずる電極付着部の皮膚のかゆみや荒れ、爛れなどの痕跡は本研究のどの被験児にもみられなかった。また、保護者からの苦情などもなかったことはバンテージNVの測定法が幼児に適していることを示唆している。

しかし、バンテージNVの持つ機能的な理由から、回避できないトラブルを生じる可能性がある（表3参照）。それは、メモリー装置が自動的に測定を終了してしまう電池消耗予防のためのプログラムを備えていることから、入浴のために装置を一時的に取り外す場合に、その後の再スタート操作が必要なことである。そのため、本研究のように保護者に再スタート操作を依頼しなければならない場合、それによるエラー出現率16.7%（8試行）を無くすことは難しいと思われる。結果に加えて、この再スタート操作が面倒であることが測定の協力を得られなかった理由としても考えられる。幼児に限らず、生活活動強度を24時間の心拍数測定の結果から検討するためには、心拍数メモリー装置に再スタート操作の必要ない新しい機能をプログラムする必要性があり、心拍数メモリー装置の今後の改善が待たれる。

少子化にともない保護者が子供の健康に関する情報について深い関心を持っていることは周知の事実である。子供へのストレスや安全性に加え、測定方法の単純化を工夫した研究になれ

ばなるほど実験依頼に対する同意は求められやすくなると考えられる。特に、日常の活動強度は1回の測定で明らかにするのは困難であり、幼稚園での保育プログラムなども考慮に入れながら、同一被験児に数回の測定が必要となるため、幼児がメモリー装置装着を拒まず、ストレスを感じる事のない実験が工夫されなければならない。保護者に対する安全性への理解度、関心度および協力体制ならびに幼児へのメモリー装置装着時のストレス（装着方法、機器の携帯性および皮膚への電極付着部への影響）などを考え合わせると、幼児における24時間の心拍数測定結果を収集するためには、従来⁶⁾⁹⁾の方法に替るバンテージ NV の活用が今後の研究に役立てられるていくものと期待される。しかし、現段階では幼児の24時間心拍数を測定するために携帯用心拍数メモリー装置バンテージ NV (Polar) を用いる場合には被験児の背面からトランスミッターを装着したとしてもその成功率は約6割と考えて実験計画を立案するべきであろう。さらに、この装置を用いた測定の成功率を上げるためにはトランスミッター装着時の装着用ゴムバンドの締め方に十分な配慮が必要であり、験者側の経験や工夫を積み重ねなくてはならないであろう。さらに、測定中の一時的な取り外し(今回は入浴)が必要な場合でもメモリー装置が連続的にメモリーし続けている再スタート操作の必要ない装置があれば、幼児に限らず24時間心拍数を測定する場合の装置として有効ではないかと指摘された。

謝 辞

本研究の主旨をご理解いただき、快くお引き受け下さいました静岡南幼稚園の小田良夫園長他スタッフの皆さん、ならびに24時間の心拍測定にご協力下さいました保護者の方々に深くお礼申し上げます。

引用文献

- 1) Durant, R.H., T. Baranowski, H. Davis, W.O. Thompson, J. Puhl, K.A. Greaves and T. Rhodes: Reliability and variability of heart rate monitoring in 3-, 4-, or 5-yr-old children. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24: 265-271, 1992.
- 2) 金崎美美子, 宇賀神慶子, 吉澤茂弘: 幼児における24時間心拍数の動態に関する研究, 宇都宮大学教育学部紀要42 第2部: 139-164, 1992.
- 3) 金崎美美子, 吉澤茂弘: 24時間心拍数記録による保育所幼児の身体活動水準に関する研究, 小児保健研究53, 402-411, 1994.
- 4) 金崎美美子, 吉澤茂弘, 宇賀神慶子, 小森右子: 幼児における24時間心拍数の動態に関する研究 —睡眠中の動態—, 宇都宮大学教育学部紀要45 第2部: 145-155, 1995.
- 5) 小林寛道, 脇田裕久, 八木規夫: 幼児の発達運動学, ミネルバ書房, 京都, 1990.
- 6) 三村寛一, 上林久雄: 幼児の日常生活における至適運動量に関する基礎的研究, —24時間の心拍数の変動について—, 体力科学34: 201-210, 1985.
- 7) 三村寛一, 伊藤俊彦, 佐藤光子, 二宮恒夫, 中田秀臣, 前田如矢: 幼稚園における園児の運動強度に関する研究(第2報)—主観的運動強度と客観的運動強度の関係について—, 教育医学35: 162-169, 1989
- 8) 杉山康司, 河合学, 松井健, 三浦哉, 富田寿人, 浅井英典: 富士登山時における心拍応答と急性高山病, 静岡大学教養部研究報告(自然科学篇) 30: 73-83, 1994
- 9) 山地啓司: 運動処方のための心拍数の科学, 大修館書店, 東京, 1981