

[短 報]

脳性まひ選手の競技中における心拍数変動

野井真吾*・渡辺美佐子**

(平成 8 年 10 月 17 日受付, 平成 9 年 1 月 23 日受理)

Change of Heart Rate in a Race of the Cerebral Paralysis

Shingo Noi and Misako WATANABE

はじめに

Paralympics の通称で知られる身体障害者オリンピック大会は、今年 (1996 年) で第 10 回大会を迎え、8 月 15 日から 25 日にかけて Atlanta において開催された。また、日本においても去る 9 月 28 日、29 日の両日、第 6 回ジャパンパラリンピック陸上競技大会が東京都で開催され、障害を持つ 256 名の選手がエントリーをし

た。近年ではこれらの大会をはじめ、身体障害者スポーツ大会は回を重ねる毎に選手や競技種目が増加している¹⁾。

ところで、日頃より障害者スポーツの指導に携わっている共同研究者の渡辺は、脳性まひ選手が競技会においてさえ、健常者に見られるような緊張感のある表情をしていないことを実感していた。そして、その理由の 1 つとして脳性まひ選手は、最大心拍数 (以下「HR_{max}」) と略

表 1 A 選手の競技歴

年月	大会名	種目	成績	車椅子の種類
1994 年 5 月	千葉県身体障害者スポーツ大会 (千葉)	60 m	優勝	生活用
		スラローム	優勝	生活用
1994 年 10 月	第 30 回全国身体障害者スポーツ大会 (愛知)	60 m	優勝	生活用
		スラローム	優勝	生活用
1995 年 4 月	東京身体障害者陸上競技大会 (東京)	100 m	優勝	競技用
		スラローム	優勝	生活用
1995 年 5 月	千葉県身体障害者スポーツ大会 (千葉)	60 m	優勝	競技用
1995 年 8 月	'95 国際脳性麻痺者陸上競技大会 (Nottingham)	100 m	優勝	競技用
		200 m	2 位	競技用
		キックボール	優勝	競技用
1995 年 9 月	'95 ジャパンパラリンピック陸上競技大会 (東京)	100 m	優勝	競技用
		200 m	優勝	競技用
		400 m	優勝	競技用
1996 年 3 月	第 6 回日本身体障害者陸上競技選手権大会 (大阪)	100 m	優勝	競技用
		200 m	優勝	競技用
1996 年 4 月	東京身体障害者陸上競技大会 (東京)	100 m	優勝	競技用
		スラローム	優勝	生活用
1996 年 5 月	千葉県身体障害者スポーツ大会 (千葉)	60 m	優勝	競技用
1996 年 9 月	'95 ジャパンパラリンピック陸上競技大会 (東京)	100 m	優勝	競技用
		200 m	優勝	競技用
		400 m	優勝	ベトラ

* 大学院保健体育科教育学研究室, ** 日本社会事業大学

表2 A選手のレース結果および測定時の気象条件

	日・時刻	レースタイム	天候	気温(°C)	湿度(%)	風向	風速(m/s)
100 m	9/28・16:00	57"93	曇	24.0	38	南東	+3.6
200 m	9/29・13:00	2' 02"30	曇	25.5	80	南東	+0.5
400 m	9/28・16:00	3' 11"94*	晴	25.5	34	—	—

* 印は参考記録

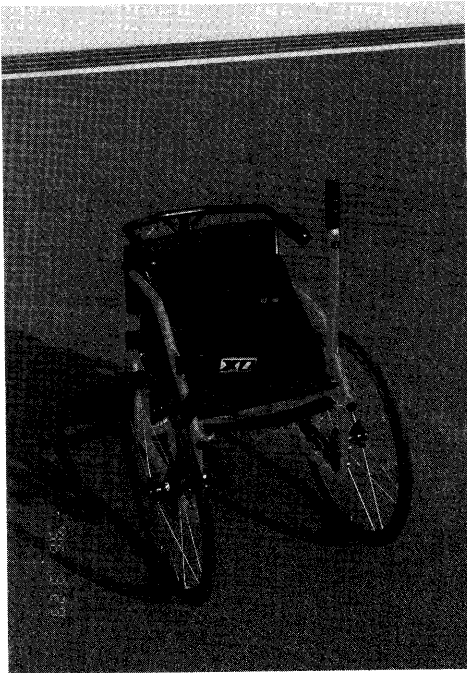


図1 競技用車椅子：足蹴り用レーサー（後向き）。

す）近くまで心拍数（以下「HR」と略す）を高めるような全力運動を行っていないのではないかと予想した。

HRは、心臓の活動水準を反映し“いつでも”“どこでも”“誰でも”測定できるという条件を満たしている²⁾ことから、運動生理学の研究において盛んに測定されてきた³⁾。しかしながら、脳性まひ児（者）を対象にして運動中のHR変動を測定し、その結果を報告した研究^{4)~10)}は日常生活における運動に限定されている。適切な身体運動が正常なからだの発育や発達を促進することは、健常者（児）に限らず障害を持つ人にも当てはまる¹¹⁾ことであり、身体障害者（児）スポーツの競技人口が年々増加している現在、身体障害者（児）が安全に、かつ効果的に身体運動を遂行するためには、運動強度に関する基礎研究が急務であると言える。

今回、われわれは第6回ジャパンパラリンピック陸上競技大会において、重度脳性まひ選手1名を対象にレー

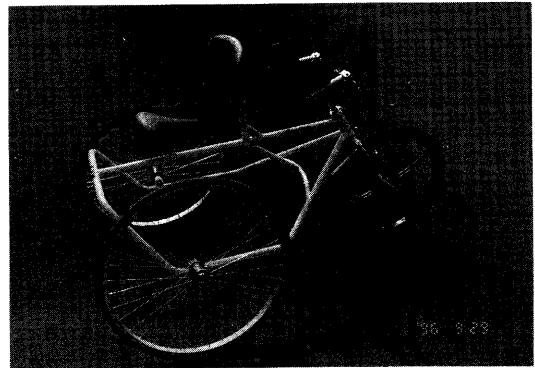


図2 ペトラ (PETRA)。

スを含むその前後のHR変動を経時的に追う機会を得た。

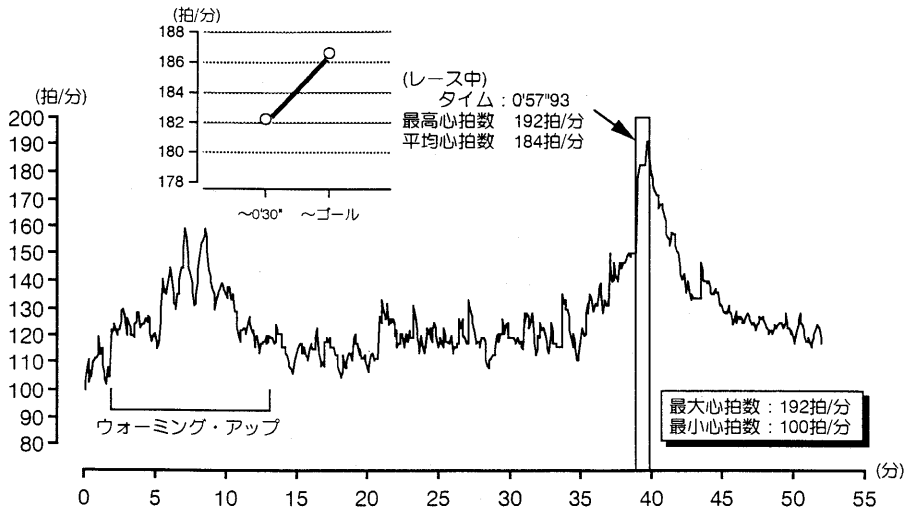
そこで本研究は、運動中のHR変動を基に今後の障害者スポーツ指導の一助となる資料を得ることを目的に実施した。結論として2,3の知見を得たので報告する。

方 法

対象とした選手は、千葉トラッククラブに所属する19歳の女子選手1名（以下「A選手」と略す）である。A選手は、出生時に障害を負った重度脳性まひ者であり、障害者手帳に記載されている障害区分は1種1級、また競技会での障害区分はC2L¹²⁾である。現在、2週間もしくは1週間に1度のペースで定期的に陸上競技の練習を行っている。A選手のこれまでの競技歴は表1に示した通りである。なお、測定に際してはあらかじめA選手およびA選手の保護者に本研究の趣旨を説明し、文書により同意を得て行った。

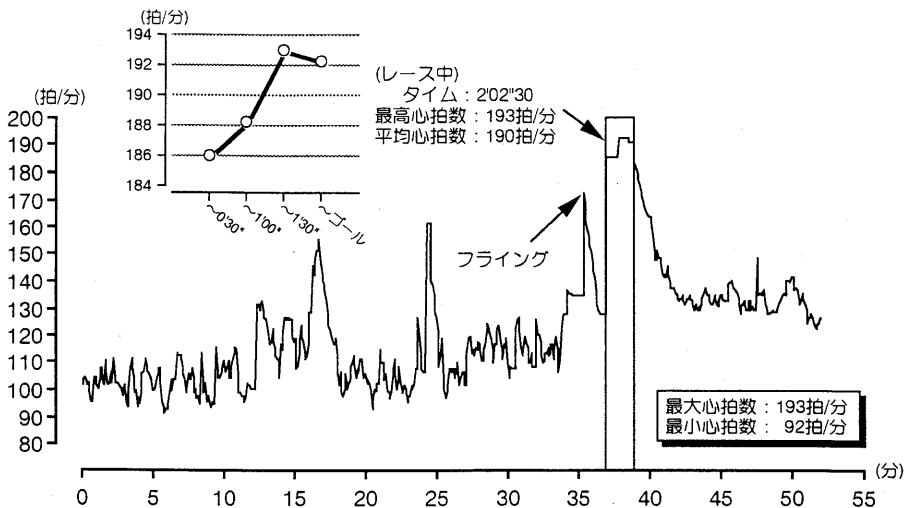
測定は、1996年9月28日、29日の2日間に亘って東京都江戸川区に所在する江戸川区陸上競技場で実施した。測定時の環境条件（天候、気温、湿度、風向、風速）については表2に示した。

今回、測定対象としたレースは第6回ジャパンパラリンピック陸上競技大会でのA選手の100 m、200 m および400 mのレースである。本大会においてA選手は100 m レースおよび200 m レースでは競技用車椅子¹³⁾



注: レース中の心拍数の変動については, 5秒間隔でメモリさせた瞬時心拍数の30秒毎(最後の数値はゴールまで)の平均値も示した。

図3 100 m レースに伴う心拍数の変動 (A 選手, 1996 年 9 月 28 日)。



注: レース中の心拍数の変動については, 5秒間隔でメモリさせた瞬時心拍数の30秒毎(最後の数値はゴールまで)の平均値も示した。

図4 200 m レースに伴う心拍数の変動 (A 選手, 1996 年 9 月 29 日)。

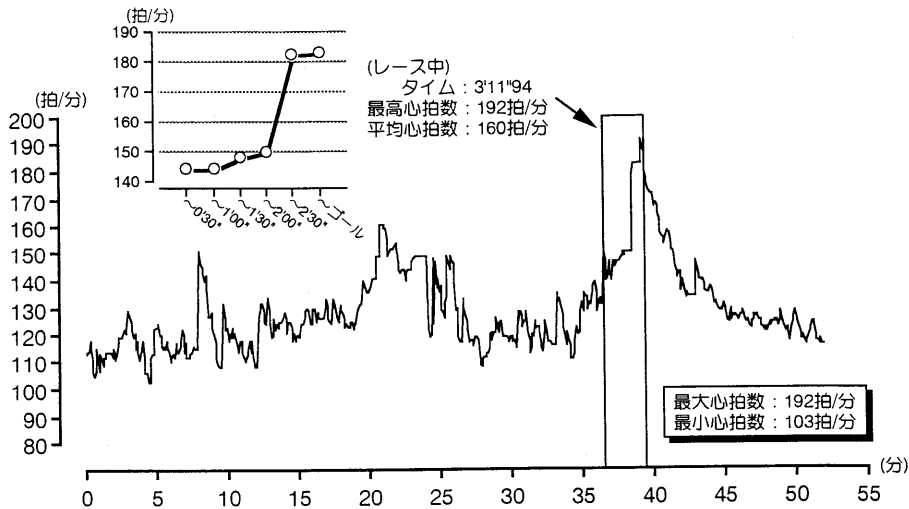
(図1参照)を, また 400 m レースではベトラ¹⁴⁾(図2参照)をそれぞれ使用した。A 選手のレース結果は表2の通りである。

HR の測定には, Polar Electro 社製 Vantage XL を使用し, それぞれのレースとその前後の HR を 5 秒間隔でメモリした後, インターフェイスを介してコンピュータに接続して解析を行った。また, 今回測定に用いた器具については, あらかじめ A 選手にも相談をし競技に

影響を与えないようなものを選定した。

結 果

A 選手の 100 m, 200 m および 400 m のレース時, ならびにその前後の HR 変動は図3から図5に示した通りである。それぞれの図の横軸には時間を, 縦軸には HR を示した。また, レース中の HR 変動については, 5 秒間隔でメモリさせた瞬時 HR の 30 秒毎 (最後の数値



注：レース中の心拍数の変動については、5秒間隔でメモリさせた瞬時心拍数の30秒毎(最後の数値はゴールまでの)の平均値も示した。

図5 400 m レースに伴う心拍数の変動 (A 選手, 1996 年 9 月 28 日)。

はゴールまで)の平均値も示した。

これらの図からも分かるように、測定中の最高心拍数(以下「HR_{peak}」と略す)は100 m と400 m レース時では192拍/分、200 m レース時では193拍/分であった。

HR_{peak}にまで至る経過については、100 m と200 m のレース時ではスタート直後に180拍/分前後まで一気に上昇しているのに対して、400 m レース時ではレース終盤で急激な上昇を示した。一方、レース後のHRの回復経過は、いずれのレースとも近似しており、レース後直ちに回復を示すが3分間程度で135拍/分前後レベルの、さらに10~15分間程度で120拍/分前後レベルの回復しか示さなかった。

これらの結果のほか、A 選手のHRはレース以外の時でさえ100拍/分を上回っていることが殆どであり、レースをするという雰囲気の中で精神的に高揚していることが伺えた。

論 議

今回われわれは、運動中のHR変動を基に今後の障害者スポーツ指導の一助となる資料を得ることを目的に、重度脳性まひ選手1名を対象に競技会における運動中のHR変動を観察した。

本測定で対象としたいずれのレース時においても、レース終了付近で190拍/分以上のHR_{peak}を記録している。矢部ら⁴⁾による水泳指導プログラム中の心拍数変動の研究報告では、軽度脳性まひ児(7歳)が180拍/分を

記録したのが脳性まひ児の最高値である。この値と比べても今回瞬時値として観測されたA選手のHR_{peak}の方が10拍/分以上も高値である。また、 $\hat{Y} = 220 - X$ (\hat{Y} はHR_{max}, X は年齢を示す)の式で求められるHR_{max}¹⁵⁾の推定値と比しても、呼吸循環器系の潜在能力をほぼ発揮できている¹⁶⁾ものと推察することができる。

次に、レースによるHRの上昇に注目してみると、100 m および200 m のレースではスタート直後にHR_{peak}近くまで一気に上昇しているのに対して、400 m レースではその終盤に急激に上昇している。これはベース配分を考慮した結果得られたものなのか、もしくはレースに使用した車椅子の違いがHRに影響したものなのか、明かではない。今後の測定では、車椅子の違いによる運動強度の検討も必要であると考えらる。

一方、HRの回復経過には各レース間で大差は確認されなかった。松井¹⁷⁾は、オリンピック候補選手または強化選手を対象とした運動中のHR変動の観察から、日常持久性トレーニングを行っているなどの特別な場合を除き、HR回復経過と走スピード、走距離との間には関係がないことを明かにしている。今回の測定結果は、この報告を支持するものであろう。しかしながら、レース直後に回復過程に入ったものの、10~15分間経過しても120拍/分前後レベルの回復しか示さなかった点については、障害者スポーツ指導を安全に行うという観点から、今後早急に検討していくべき課題であると考えらる。

20歳から60歳までの安静時HRは男子72~73拍/

分であり、女子はこれよりも4~5拍/分高い¹⁸⁾。また、10~13歳の脳性まひ児の覚醒時平均HRは78.2~101.2拍/分という報告⁷⁾がある。通常生活時におけるA選手の安静時HRは60~70拍/分程度であり、上記の値よりも低値であるといえる。ところが、本測定中のA選手のHRは殆どの時間で100拍/分を上回っていた。測定器具に慣れていなかったのではという問題については、プレテストも行っていることから考え難いことである。となると、A選手の場合競技会への出場そのものがかなりの精神的な緊張を生んでいることが予想される。HR_{max}と安静時心拍数(HR_{rest})の較差(HR_{reserve})は心臓の余力¹⁹⁾とされていることから、競技会そのものがA選手の身体にどの程度の負担を与えているのかが危惧され、この点についても今後検討をしていかななくてはならない問題と考える。

ま と め

運動中のHR変動を基に今後の障害者スポーツ指導の一助となる資料を得ることを目的に、重度脳性まひ選手1名を対象にレースを含むその前後のHR変動を経時的に観察した。結論として、対象としたいずれのレースにおいても、レース終了付近で190拍/分以上のHR_{peak}を記録した。同時に今後の測定では、車椅子の違いによる運動強度の検討を含めたHR_{peak}に至る上昇経過の傾向把握、運動後のHR回復経過の傾向把握が必要となった。さらにA選手の場合、競技会への出場そのものが精神的な緊張を高めていることも予想され、身体負担が危惧された。

謝 辞

稿を終えるにあたり、本研究に理解を示し快く協力してくださったA選手に、また貴重なご助言を賜った大学院保健体育科教育学研究室主任山田良樹教授、正木健雄教授並びに研究遂行上親身な援助を賜った大学院保健体育科教育学コースの皆さんに謝意致します。

注記および文献

- 1) 井手精一郎: 身体障害者スポーツの歴史と現況, 臨床スポーツ医学, 3(11), 1117-1125, 1986.
- 2) 山地啓司: 運動処方のための心拍数の科学, 心拍数の測定法, 8-14, 大修館書店, 東京, 1981.
- 3) 沢井史穂: 心拍数に関する運動生理学的研究の基本文献, Jpn. J. Sports Sci., 12(8), 495-501, 1993.
- 4) 矢部京之助, 林 曼菟, 林 春生, 廖 幼芽, 戴智權: 心拍数変動からみた障害児水泳の運動強度

- について, 体育の科学, 30(9), 683-687, 1980.
- 5) 丸山仁司, 伊東 元, 橋詰 謙, 長崎 浩, 浜田志朗, 齋藤 宏, 谷 浩明, 中村隆一: 脳性麻痺児の酸素摂取量と心拍数の直線性とパフォーマンスの関係, 理学療法, 16(2), 99-100, 1989.
- 6) 蜂矢鉄心, 石田浩司, 宮村実晴: 脳性まひによる重度心身障害児の歩行訓練について(第1報), 総合保健体育科学, 12(1), 93-102, 1989.
- 7) 三田勝巳, 石田直章, 宮側敏明, 赤滝久美, 福谷保, 福田光重, 金子 功, 夏目玲典: 肢体不自由児の日常生活における身体活動と心拍数変動, リハビリテーション医学, 26(6), 497-501, 1989.
- 8) 蜂矢鉄心, 石田浩司, 宮村実晴: 脳性まひによる重度心身障害児の歩行訓練について(第2報), 総合保健体育科学, 13(1), 11-18, 1990.
- 9) 小西由里子, 山川 純: 重度身体障害者の身体活動による心拍数変動の分析, 日本女子体育大学紀要, 20, 25-32, 1990.
- 10) 福士善信, 小塚直樹, 横井裕一郎, 井上和広, 片岡道彦, 小神 博, 三島与志正: 痙直型脳性麻痺児の歩行時の心拍数の変化, 北海道理学療法, 11, 65-67, 1994.
- 11) 矢部京之助: 日本体育・スポーツ教育大系 第1巻 日本の体育教育の歩みと展望, アダプテッド・スポーツの提言—障害者スポーツ学の確立をめざす国際会議を主催して—, 日本体育・スポーツ教育大系刊行会編, 125-127, 教育出版センター, 東京, 1994.
- 12) 脳性麻痺選手の競技区分は, 障害の重さにより8クラスに分かれている。C2Lとは片足または両足で地面を蹴って移動可能な者, 装具や介助付きで, 短い距離の歩行可能な者のクラスである。
- 13) A選手の使用する競技用車椅子は足蹴り用レーサーと呼ばれるもので, 足裏前足部分でキックし後向きに進んでいく。
- 14) '95国際脳性麻痺者陸上競技選手権大会(Nottingham)においてペトラレース(4種目)としてはじめて登場した車椅子のことである。足への負担が少なく, ちょっとした足の動きで進むことができ, ハンドルが握れない選手でも肘による調節が可能なハンドルバーを付けることにより, 上体のコントロールが容易にできる, などの利点を持つ。今後, デンマークを中心に国際的に普及していくことが予想されており, 日本でも今回のA選手のレースをきっかけに注目されている。
- 15) American Heart Association, Committee on Exercise: Exercise Testing and Training of Apparently Healthy Individuals, A Handbook for Physician, American Heart Association, New York, 1972.
- 16) 赤嶺卓哉, 前田 究: 車椅子マラソン競技者用テキスト, 車椅子マラソンにおける最近のスポーツ医科学研究, 84-94, 鹿児島, 1996.
- 17) 松井秀治: 東京オリンピックスポーツ科学研究報告, 心拍数によるトレーニング管理, 103-110,

- 日本体育協会, 東京, 1965.
- 18) 山地啓司: 運動処方のための心拍数の科学, 作業(運動)と心拍数, 15-36, 大修館書店, 東京, 1981.
- 19) Astrand, P. -O. and K. Rodahl: Textbook of work physiology, Third edition, Applied work physiology, 486-522, McGraw-Hill, New York, 1986.