九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

水泳中の心電図記録装置の試作と応用 : とくに，心拍数の測定について

小宮，秀一
九州大学健康科学センター

藤野，武彦
九州大学健康科学センター

近藤，佳子
九州大学健康科学センター

石川，雄二
Fukuda Denshi Co. Ltd.

https://doi.org/10.15017/439

出版情報：健康科学. 7, pp.29-33, 1985-03. Institute of Health Science,Kyushu University
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

水泳中の心電図記録装置の試作と応用
——とくに，心拍数の測定について——

小宮秀一* 藤野武彦*
近藤佳子* 石川雄二**

Development and Application of ECG Recorder in Swimming
——With Reference to the Heart Rate——

Shuichi KOMIYA*, Takehiko FUJINO*
Keiko KONDO* and Yuuji ISHIKAWA**

The purpose of this paper is to report on ECG recorder in swimming which we have developed and found suitable for practical application.
(Journal of Health Science, Kyushu University, 7:29—33, 1985)

緒　言

心電図は臨床医学の分野において疾病の診断と治療に重要なデータを提供していたが，今日では"心拍数"が心臓の活動水準を的確に把握することができるため，運動処方のための運動強度の指標[1)2)3)4)]として用いられるようになってきた。

スポーツ運動中の心拍数の測定法として代表的なものは，有線法と無線法であるが，水泳中の心電図は電極部分と水とを完全に絶縁すること，運動による筋電図及び分極電圧の抑制が必要であるため測定が困難であった。そこで，電極部分と被験者の腰部に装着した送信器の完全防水を考慮し，心拍数のみならず心電波形も読みとれるテレメーター法による心電図記録装置を試作したので，装置の概要とその応用例を報告する。

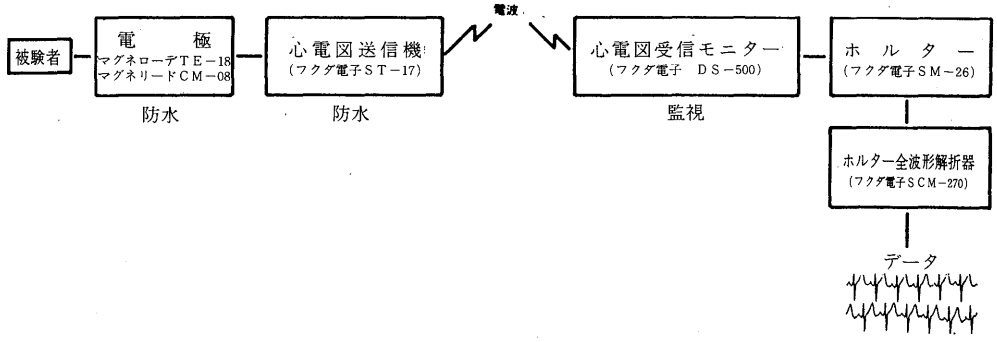

Fig.1. System for ECG recorder in swimming.

* Institute of Health Science, Kyushu University 11, Kasuga 816, Japan
** Fukuda Denshi Co., Ltd., Sanno, Fukuoka 812, Japan

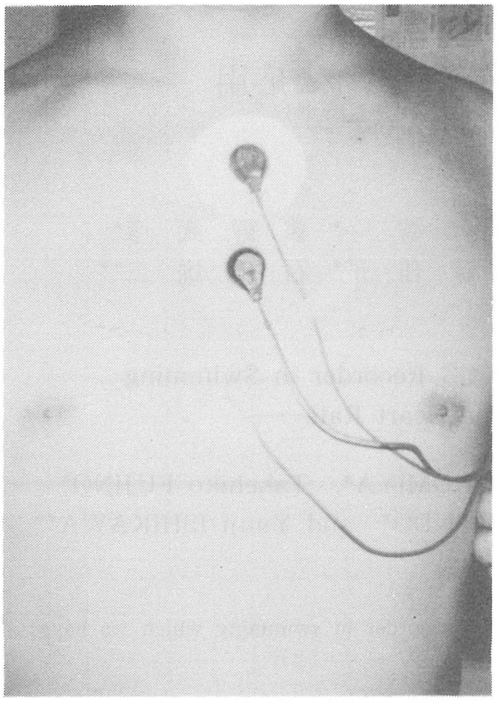

Fig.2. Photograph of lead NASA.

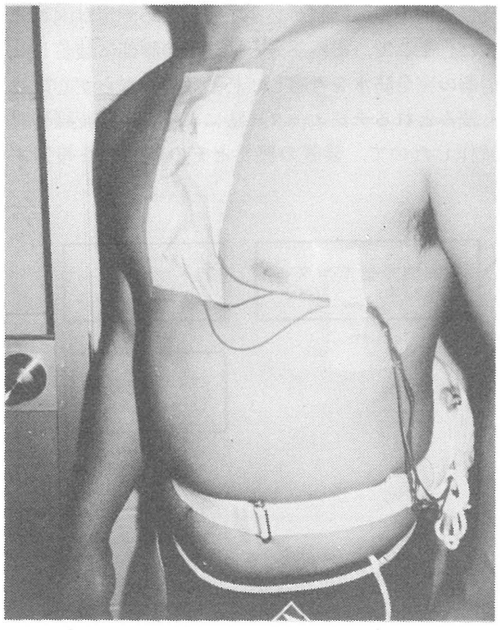

Fig.3. Photograph of waterproof method in parts of electrode.

装置と測定方法

図1に示すようなシステムで水泳中の心電図を記録した。水泳中の心電図を記録する場合，最も重要であると考えられる点は電極部分，心電図送信器と水とを完全に絶縁することである。次に，水泳という激運動による筋電図及び分極電圧の抑制が考慮されなければならない。そこで，電極の装着部位は水泳中の筋電図及び分極電圧の最も出にくいと思われるNASA誘導とし，図2に示すように上から⊖，中点（アンテナ），⊕として，P，T波が上向きに出るようにした。電極にはマグネローデを使用し，マグネリード装着後，その

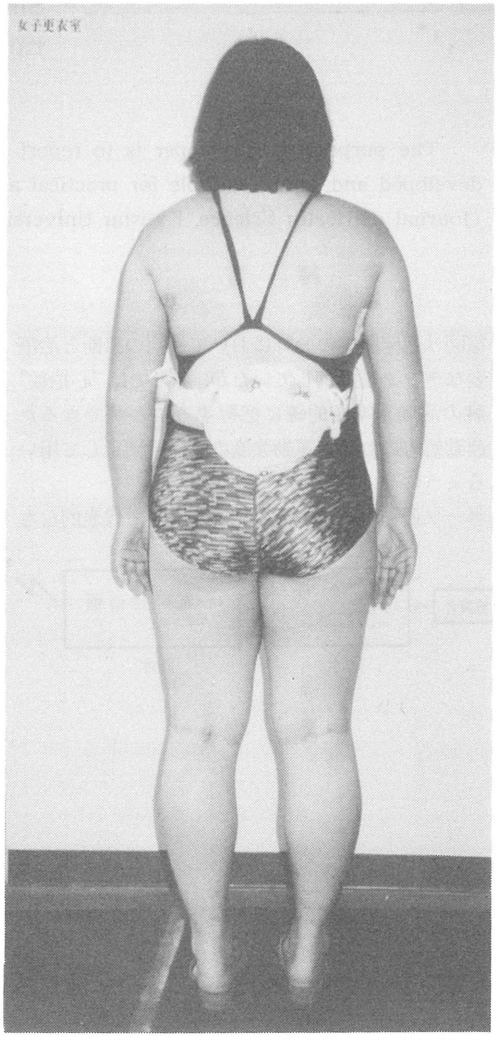

Fig.4. Photograph of fixed transmitter.

上に防水用としてシリコングリース（高真空用のグリース，HIVAC—G，信越化学）を塗布，更にテープ（メッシュタイプ粘着包帯，ニチバン）で固定し，図3に示すように防水用としてサージィカルテープ（Tegaderm，3M）を貼った。装着した電極，コード及び送信器が水泳中被験者の負担にならないことも重要な点である。送信器については市販の食品用プラスチック・ケースを利用して収納した。コードの取出し口はシリコン樹脂で防水した。送信器を収納した防水ケースは布製の袋に入れ，図4に示すように被験者の腰部にベルトで固定した。一方，送信器と受信モニターにおいては筋電図及び分極電圧を抑制するため，筋電フィルターを使用し，時定数は0.5秒とした。

運動処方実践の観点からすると，対象者の行動が監視できると同時に，受信モニターに現出される心電波形と心拍数が瞬時に監視できることは，障害の予防や適切な処方実践に役立つものである。そこで，心電図受信モニターにおいて実時間で心電波形と心拍数を監視し，その出力信号はホルターに接続してテープに記録した。記録したテープはホルター全波形解析器によって，心電図（心拍数）のペーパー上の記録データとし，水泳中の行動記録と対応させ判定に使用した。

水泳中の心電図記録

被験者J.Fは妊娠38週の妊婦（26才）である。水泳のトレーニングは妊娠26週から開始し，週に2日，1日に約1時間の実水泳時間で21回のトレーニングを

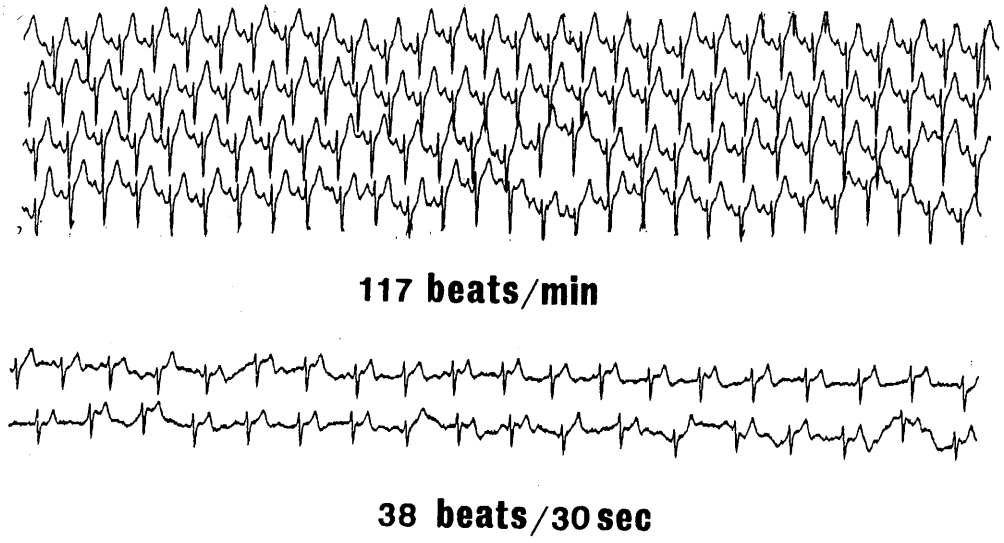

Fig.5. Electrocardiogram in water.

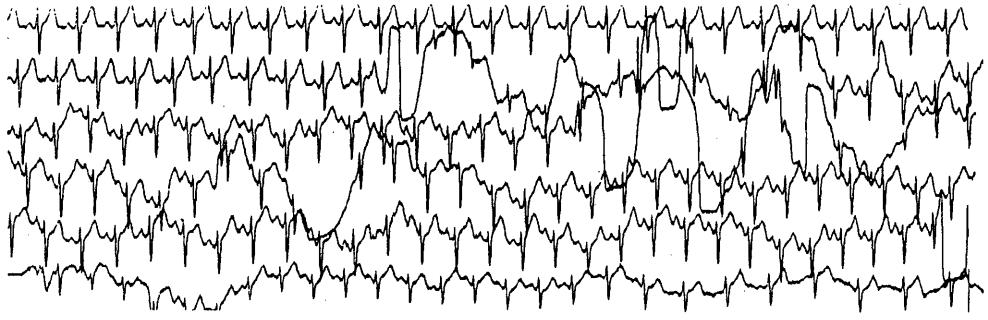

Fig.6. Electrocardiogram in swimming.

実施し，21回目に心電図を記録した。測定は開始時の室温29.0℃，水温29.5℃から終了時の室温32.0℃，水温30.0℃の温水プールで実施した。被験者には入水30分前から心電図記録装置を装着し，受信モニターによって監視した。入水3分前から記録を開始し，同時にプールサイドで被験者の行動を記録した。水泳中の心電図は約1時間の妊婦水泳プログラムの実施中ホルターに記録され，全波形解析器によって記録紙に現出されたR—R間隔から心拍数を算出した。図5は，水中に立って静止している休養状態での1分間の心電図記録と水中にもぐり静かに座っている状態（水中座禅）での30秒間の心電図記録である。両者とも水中ではあるが，静止した状態であるため筋電図及び分極電圧もなく，完全な波形が現出されている。図6は平泳中の心電図である。激しい腕のかき動作に伴う分極電圧が生じ，基線に動揺がみられる。しかし，R波の判定は可能であり，心拍数の測定には支障はない。図7は，心電図から算出された心拍数と行動記録との対応による妊婦水泳中の心拍数の変動を示している。

考　察

このような“心拍数”が心臓の活動水準を示し，運動強度の指標として役立つとすれば，ランニングや自転車エルゴメーターによる運動負荷に加えて，水泳にも科学的運動処方の根拠を提示する意味で，水泳中の心電図記録には大きな意味がある。しかし，本装置にも今後改良せねばならない点は多い。たとえば，激運動になれば筋電図，分極電圧の出現が多くなり，心拍数の測定にしてもR波が明確に判別できる限度に時

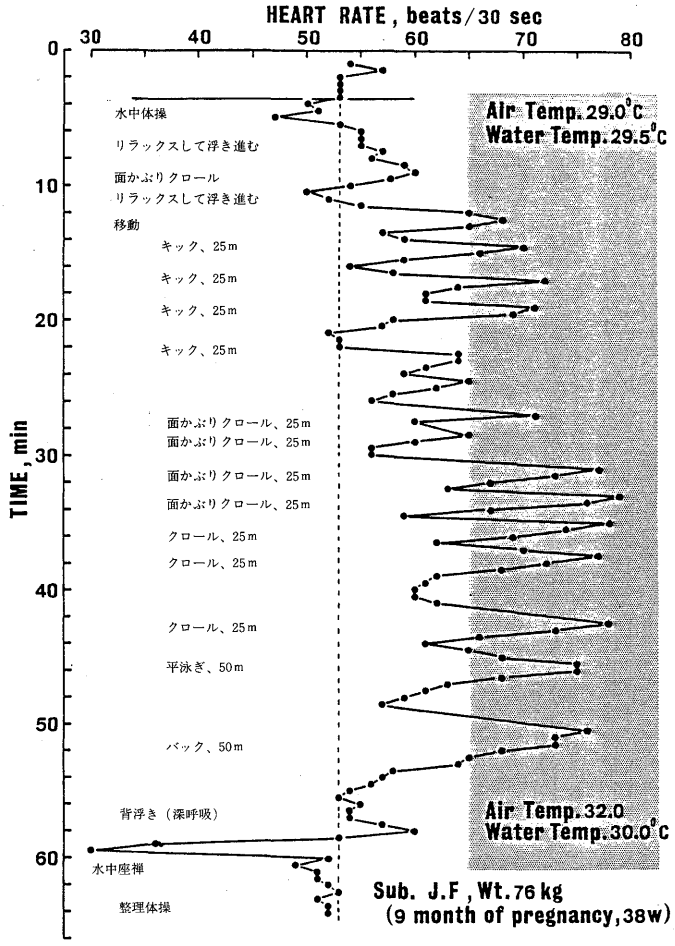

Fig.7. Temporal change of HR in maternity swimming program.

定数を短くして筋電図フィルターを強くする必要がある。反面，時定数の短縮は心拍数の測定には好都合であっても波形の判読には不都合が生じる。今回は，受信用に¼波長ダイポールアンテナ１本をプールサイドにおいて使用したが，被験者がプール壁のステンレスに接解した場合，電波が届かない場合が生じた。このためにはアンテナの設置場所を高い所にする必要がある。送信器に関しては，防水には成功したが，被験者の運動に負担にならないような小型軽量化も考慮する必要がある。このように種々改良すべき点もあるが，水泳という運動の特殊性から肥満者・妊婦・老人の運動処方という点から水泳中の心電図記録は今後，完全なものに発展させねばならない重要な機器であると考えられる。

参考文献

1）石河利寛：心拍数を考える，体育の科学，**27**：220—221, 1977.

2）老月敏彦，山地啓司，有沢一男：心拍数と歩行・走行スピードからみた運動強度—運動処方の研究資料として—，体育の科学，**26**：680—686, 1976.

3）鈴木慎次郎：栄養，運動，健康・体力の相互関係，栄養学雑誌，**34**：235—249, 1976.

4）Yamaji, K., Miyashita, M., and Shephard, R. J.: Relationship between heart rate and relative oxygen intake in male subjects aged 10 to 27 years. J. Human Ergol., **7**: 29—39, 1978.