

ラグビー練習中の心拍数の変動と運動強度の推定

伊与田 康 雄・宮 下 節・武 井 光 彦
萩 原 武 久・畑 誠之介・池 田 一 徳*
山 田 幸 雄

Changes of Heart Rate and Estimation of Work Intensity during Rugby Practice.

Yasuo IYODA, Misao MIYASHITA, Mituhiko TAKEI
Takehisa HAGIWARA, Seinosuke HATA, Kazunori IKEDA
and Yukio YAMADA

The purpose of this paper is to investigate the Work Intensity in Rugby practice. The subjects were five backs players who belong to the Rugby football club of the University of Tsukuba (age: 18-21). First, we measured the heart rate and the $\dot{V}O_2$ max of each subject by exhaustion test, using bicycle ergometer. Then Work Intensity was measured in terms of the proportion of $\dot{V}O_2$ to $\dot{V}O_2$ max. $\dot{V}O_2$ is obtained from the regression equation relating heart rate and $\dot{V}O_2$.

The results are summarized as follows:

In slow pace handling, subjects performed it at the rate of 80% to the case of top pace handling, as they were directed. As for top pace handling, although it has been considered that Top pace handling is one of the hardest tasks in Rugby practice, its Work Intensity only ranged from 43% of $\dot{V}O_2$ max to 53% of $\dot{V}O_2$ max. In Contact-mauling-spinning the ball practice, Work Intensity was the same as that of Attack-defense practice. The difference of Work Intensity among positions were not observed. In Attack-defense practice, it was observed that the Work Intensity decreased in degree from scrum half, full back, center three quarter, and stand off to wing three quarter. This degree of Work Intensity corresponds with the characteristic of each position observed in the game. The range of Work Intensity extended from 36% of $\dot{V}O_2$ max to 66% of $\dot{V}O_2$ max. 12 min. running showed the largest Work Intensity of all the tasks in practice. The range was from 75% of $\dot{V}O_2$ max to 90% of $\dot{V}O_2$ max except the case of one subject (K.M.).

I 緒 言

ラグビー競技は、ボールゲームであると同時にスクラム、ラック、モール、タックルといった格闘技的な身体接触（コンタクト）を含む激しい競技である。

最近のラグビーゲームの一般的特徴は、選手の体格の大型化、早いスピードのゲーム展開、より

激しいボールの奪い合い等である。これにともない体力、特にスピード、筋力、持久力の高い能力が要求されるようになった。しかし、実際のゲーム中に要求される体力はどのようなものか、運動強度はどのくらいかを明確に測定したものはほとんどない。

Fitness Training for Rugby¹⁰⁾ (1978) に記載されている「ゲーム中にプレイヤーが実際に何をしているかについてはほとんど知らないというの

* 熊本大学

は厄介な事実である。我々は、プレイヤーが様々な距離を様々なスピードで走らねばならないことは知っている。また、プレイヤーはキックしたり、ボールを手で扱うことも知っている。だが、どのくらいの頻度なのか、実態はどうなっているのかについてはよく知らない。これに対する完全な情報はまだ得られていない。」は、現在の世界におけるラグビー研究の実態を如実に表わした言葉である。わが国ではゲーム分析^{2,3,4)}やゲームの数量化¹¹⁾、ゲーム中の走行距離、速度をビデオテープとパーソナルコンピュータによって比較的正確に測定する⁹⁾などの試みがなされている。

しかし、運動量—運動強度を測定したものは極めて少ない⁹⁾。それはラグビー競技が身体接触をするため、また公式ゲームでは安全対策上競技規則によって身体に装着するものを厳しく制限しているため、かかる研究は極めて困難なのである。

運動強度の指標として最大酸素摂取量 $\dot{V}O_2 \text{ max}$ に対する酸素摂取量の割合 $\% \dot{V}O_2 \text{ max}$ を用いることは多いが^{6,7)}、ラグビー競技では酸素摂取量を直接測定することは困難である。しかし、本研究は、練習では何が行われているのか、その内容を明らかにするとともに、運動を制限せず安全のうえからも十分な確信が得られる小型で信頼性の高い心拍メモリー装置を利用し、 $\% \dot{V}O_2 \text{ max}$ と相関の高い心拍数からラグビー練習中の運動強度を推定しラグビー研究の一助にする。

II 方法

- 1) 被験者は筑波大学ラグビー部に所属する18歳から21歳の5名のバックプレイヤーで身体的特徴とポジションはTable 1に示す。
- 2) 練習中の心拍数は竹井機器工業製心拍メモリー装置1850Aを用い胸部双極誘導法で1分間毎

の心拍数を記録し同工業製ハートレートアナライザー1850Dによって解析した。メモリー装置は運動の妨げにならないよう、また危険のないように工夫して被験者の腰部に装着した。

3) 練習は筑波大学ラグビー部コーチングスタッフが作った練習プログラムのうちごく標準的な練習の日を選び、時間表示とともに運動内容をVTRに収録した。

4) 最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2 \text{ max}$, ml/kg/min) の測定はモナーク社製自転車エルゴメーターを用い漸増負荷法によってイグゾーション・テストを課した。呼気はダグラスバック法により採気し、分析は日本電気三栄社製のガス分析器を用いた。

5) 作業負荷時(自転車エルゴメーター)の心電図は、日本電気三栄社製の4chテレメーターを用い胸部双極誘導法により導出し、同社製8chのペンオシログラフに記録した。

自転車エルゴメーターでの心拍数—酸素摂取量の関係から回帰方程式を求め練習時の心拍数から酸素摂取量を推定し、最大酸素摂取量の何%に当たるか ($\% \dot{V}O_2 \text{ max}$) を求めラグビー練習中の運動強度の指標とした。

III 結果

ラグビーの練習は大まかな練習計画のもとで、その日の天候やプレイヤーの状態に応じて適宜行われるものである。また、各プレイヤーが全く同じ練習を同じ回数行うものではないので各プレイヤーの行動内容には若干の差異がある。実施当日の練習内容の詳細は以下のとおりであり、心拍数測定の結果はFig. 1-1からFig.1-5に示した。

また、練習内容毎の心拍数の平均値と時間はTable 2のとおりである。

練習中の心拍数の変化から酸素摂取量を推定す

Table 1 Physical characteristics and position of Subjects.

Subjects	Age	Height (cm)	Weight (kg)	Cest girth (cm)	Waist girth (cm)	Hip girth (cm)	Thigh girth (cm)	Position
N. K	18	165.1	66.0	91.7	76.6	90.5	R-54.9 L-55.6	Scrum Half
H. N	19	178.8	74.5	102.5	83.0	95.5	R-57.5 L-57.4	Stand Off
K. M	21	166.7	68.5	93.5	77.0	91.0	R-58.3 L-57.3	Center Three quarter Back
S. O	20	168.1	66.5	95.5	77.4	90.0	R-56.4 L-55.8	Wing Three quarter Back
A. T	19	178.0	74.5	95.1	79.3	94.8	R-56.8 L-56.5	Full Back

るために行ったイグゼーションテストの結果Sub. N.K.の最大心拍数は200beats/min, $\dot{V}O_2$ maxは68.5ml/kg/min., Sub. H.N.は198beats/min., 58.5ml/kg/min., Sub. K.M.は198beats/min., 73.6ml/kg/min., Sub. S.O.は183beats/min., 58.9ml/kg/min., Sub. A.T.は195beats/min., 54.8ml/kg/minであった。

Fig. 2は荷負運動時の心拍数と酸素摂取量の関係をグラフ化したもので、その帰帰方程式を図中左上に示した。

この方程式によって推定された練習中の酸素摂取量 (ml/kg/min) が最大摂取量の何%に相当するか、すなわち酸素摂取水準 ($\% \dot{V}O_2$ max) をTable-3に示した。

joggingはラグビーグラウンドを1周5分30秒から6分のペースで2周し、その間、サイドステップ走、クロスステップ走、背走を入れ計11分から12分で走行した。その間の心拍数の平均値の最高はSub. K.M.の122.1±19.9beats/min.で最低はSub. A.T.の96.6±18.8beats/min.であった。 $\% \dot{V}O_2$ maxはSub. K.M.の42.8%が最高でSub. S.O.の17.8%が最低である。

stretchingは各プレーヤーがグラウンドに坐し、あるいは伏臥、仰臥して各様に11分間行った。その間の心拍数の平均値の最高は、Sub. S.O.の94.1±5.7beats/min.でSub. H.N.は75.0±5.5beats/min.で最低であった。 $\% \dot{V}O_2$ maxはSub. N.K.が20.3%で最高、Sub. H.N.は最低の1.9%である。

slow pace handlingは最大スピードの80%のスピードで走行すると指示のもとで、ゴールラインより遠い側の10メートルラインまでの60m間を4人のスクアッドでサイドパスをしながら17秒から19秒のペースで4分から5分の間に2往復走行した。平均心拍数は最高Sub. S.O.の128.3±9.3beats/min., 最低Sub. A.T.の113.4±12.7beats/min.である。 $\% \dot{V}O_2$ maxはSub. N.K.の44.8%からSub. H.N.の39.0%に分布した。

top pace handlingはslow pace handlingと同じ要領で60m間を9秒から10秒のペースで実施した。練習の経過時間の18分から24分間にSub. N. K., H.N., A.T.は6往復、Sub. K.M.とS.O.は3回目の往路30mのところまでハンドリングミス、ゴールラインへもどき再度やり直しなどを含めて6往復した。この間の平均心拍数はSub. S.O.の138.3±14.2beats/min.が最高でSub. H.N.は126.8±18.9

beats/min.で最低であった。 $\% \dot{V}O_2$ maxは最高Sub. N.K.の53.1%, 最低Sub. H.N.の42.7%の間に分布した。

rest 1は3分間から5分間をグラウンドに立ったままコーチの話を聞いたり、互いに話し合いをする時間である。最高の平均心拍数はSub. S.O.の114.3±1.5beats/min., 最低はSub. H.N.の95.7±2.3beats/min.である。 $\% \dot{V}O_2$ maxはSub. N.K.の32.7%からSub. H.N.の18.1%の間に分布する。

contact-mauling-spinning the ballはスクラムより出たボールをスクラムハーフがスタンドオフにパス、スタンドオフは相手とコンタクト、その場にモールを形成し、次にモールより出たボールは、スクラムハーフによりスタンドオフの位置にいるセンタースリークォーターへパス→コンタクト→モール→スクラムハーフ→ウイングスリークォーター→コンタクトを繰り返す練習で、したがってスクラム・ハーフのSub. N.K.はスクラム、モールより出たボールをパスするだけ、他のSub.は1分30秒から2分にわたる一連の動きの中でコンタクト→モールに参加するのが一度、そのほかはボールの動きに応じて自分のポジションに走り込むことが要求される。最初のポイントは10メートルラインと15メートルラインの交点上にあり、全員がコンタクトし終わったらアタック側は、ボールを展開しながら遠い側の22mラインまで走る。この練習は23分間に8回繰り返して行われた。この間の平均心拍数の最高は、Sub. N.K.(スクラム・ハーフ)の141.3±17.5beats/min., 最低はSub. H. N.(スタンド・オフ)の123.0±22.6beats/min. $\% \dot{V}O_2$ maxはSub. N.K.(スクラム・ハーフ)の58.1%が最高でSub. H.N.(スタンド・オフ)の39.5%が最低であった。

rest 2の内容はrest 1と同じで3分間、この時の平均心拍数の最高はやはりSub. H.N.の123.3±9.0beats/min., 最低はやはりSub. H.N.の103.7±4.8beats/min.である。 $\% \dot{V}O_2$ maxはSub. H.N.が45.7%で最高、Sub. H.N.が24.4%で最低である。

tackle練習はタッチライン上に置かれたタックルバッグに対し、特に距離に制限を加えなかったため7mないし8mの距離より全力でタックルしバックを倒した。12分から14分間の練習中に右肩タックル5回、左肩タックル5回の計10回を行った。平均心拍数の最高はSub. N.K.の128.9±10.3beats/min., 最低はSub. H.N.の104.2±9.6beats/

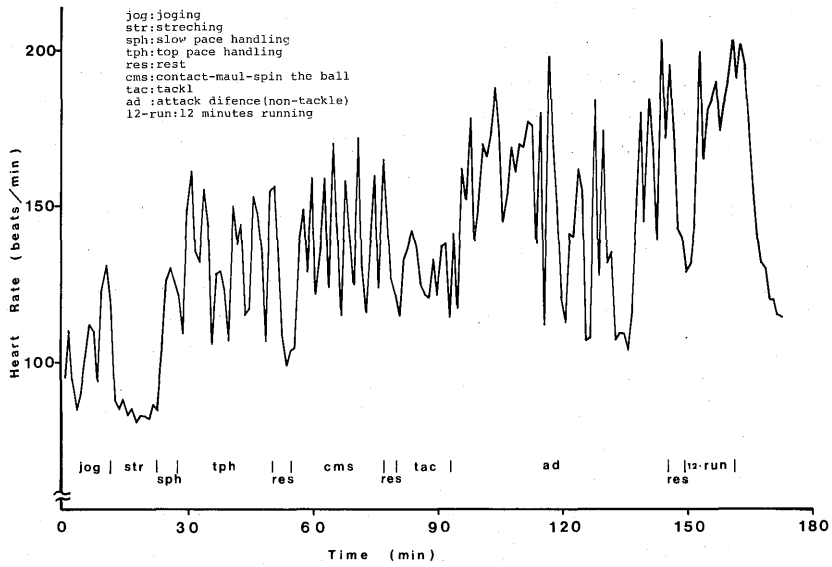


Fig. 1-1 Changes of heart rate during practice (Sab. N. K).

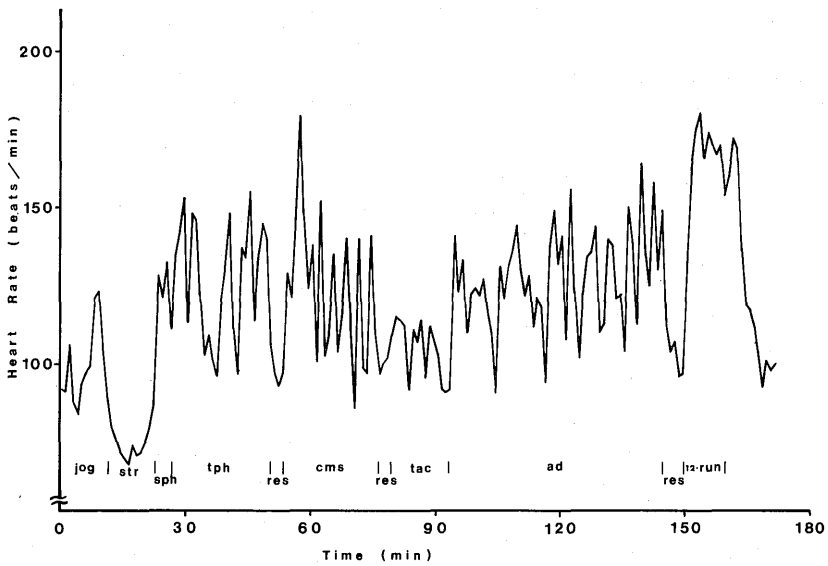


Fig. 1-2 (Sub. H. N).

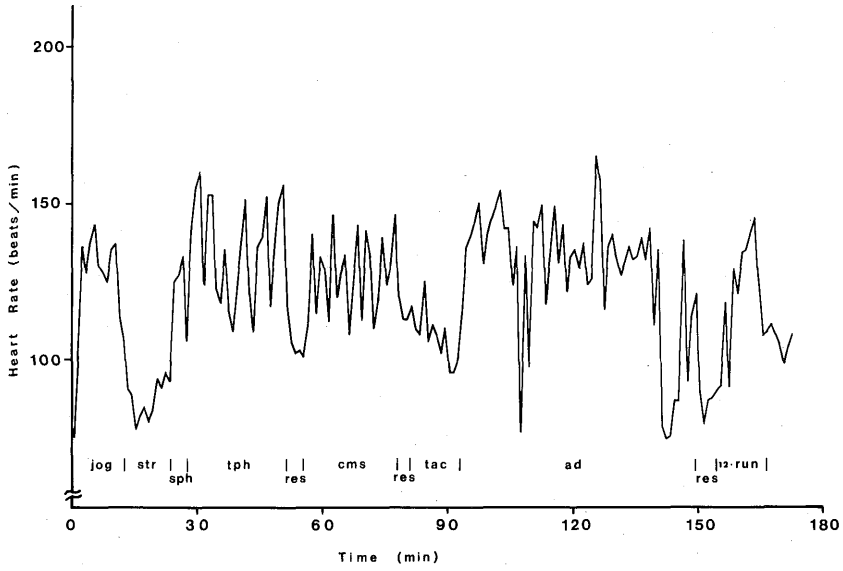


Fig. 1-3 (Sub. K. M).

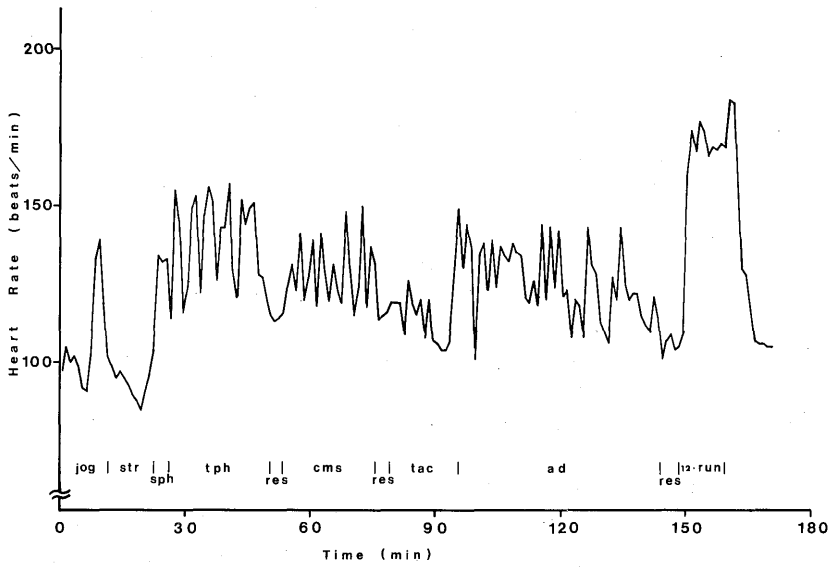


Fig. 1-4 (Sub. S. O).

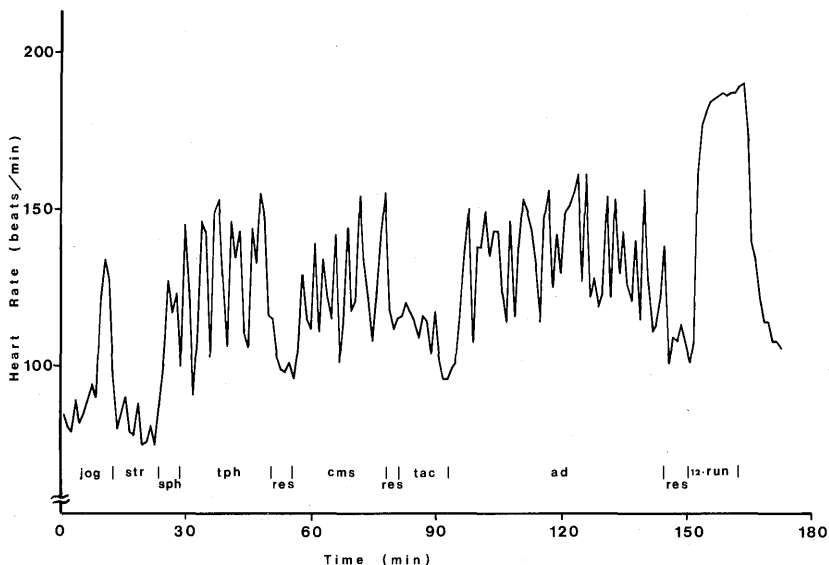


Fig. 1-5 (Sub. A. T).

Table 2 Changes of heart rate (means) and practice content.

Practices	N. K	H. N	K. M	S. O	A. T
Joping	104.3±15.5 11min.	99.2±12.5 11min.	122.1±19.9 12min.	106.8±15.4 11min.	96.6±18.8 12min.
Stretching	86.1± 6.6 11min.	75.0± 5.5 11min.	87.6± 6.1 11min.	94.1± 5.7 11min.	81.3 11min.
Slow pace handling	122.0± 7.9 5min.	122.3± 8.3 4min.	122.8±11.7 4min.	128.3± 9.5 4min.	113.4±12.7 5min.
Top pace handling	134.5±18.1 18min.	126.8±18.9 19min.	134.4±16.0 24min.	138.3±14.2 24min.	130.1±19.5 22min.
Rest 1	104.3± 4.1 4min.	95.7± 2.3 3min.	103.3± 2.2 4min.	114.3± 1.5 3min.	99.4± 2.7 5min.
Contact-mauling-spinning the ball	141.3±17.5 23min.	123.0±22.6 23min.	126.9±11.9 23min.	128.4±10.3 23min.	125.0±15.3 23min.
Rest 2	123.3± 9.0 3min.	103.7± 4.8 3min.	114.3± 2.3 3min.	116.7± 2.1 3min.	114.3± 2.1 3min.
Tackle	128.9±10.9 13min.	104.2± 9.6 14min.	107.3± 8.2 12min.	113.1± 7.4 14min.	108.7± 8.8 12min.
Attack-Def. non-tackle	153.3±26.8 53min.	127.2±15.7 52min.	127.7±21.6 57min.	125.4±12.0 51min.	133.8±16.0 52min.
Sest 3	136.3± 6.9 4min.	108.2±14.6 5min.	87.4 4.6 5min.	106.8± 2.3 5min.	107.7± 3.9 6min.
12 min. running	188.5±11.7 12min.	168.3± 7.1 12min.	122.8±14.5 12min.	171.9± 6.8 12min.	183.3± 7.9 12min.

Table 3 Individual values of Oxygen intake ($\dot{V}O_2$ ml/kg/min.) and $\% \dot{V}O_2$ max during practice.

Practice	N. K	H. N	K. M	S. O	A. T
Joping	22.4 32.7%	12.2 20.9%	31.5 42.8%	10.5 17.8%	16.2 29.6%
Stretching	13.9 20.3%	1.1 1.9%	15.6 21.2%	3.0 5.1%	10.5 19.2%
Slow pace handling	30.7 44.8%	22.8 39.0%	31.8 43.2%	23.2 39.4%	22.4 40.9%
Top pace handling	36.4 53.1%	25.0 42.7%	37.1 50.4%	29.1 49.4%	28.6 52.2%
Rest 1	22.4 32.7%	10.6 18.1%	22.7 30.8%	15.0 25.5%	17.2 31.4%
Contact-mauling-spinning the ball	39.8 58.1%	23.1 39.5%	33.7 45.8%	23.3 39.6%	26.7 48.7%
Rest 2	31.3 45.7%	14.3 24.4%	27.9 37.9%	16.4 27.8%	22.7 41.4%
Tackle	34.0 49.6%	14.5 24.8%	24.6 33.4%	14.3 24.3%	20.7 37.8%
Attack-def. non-tackle	45.5 66.3%	25.1 42.9%	34.0 46.2%	21.5 36.5%	30.0 54.7%
Rest 3	37.5 54.7%	16.3 27.9%	15.5 21.1%	10.5 17.8%	20.3 37.0%
12 min. running	62.0 90.5%	44.0 75.2%	31.8 43.2%	48.9 83.0%	48.3 88.1%

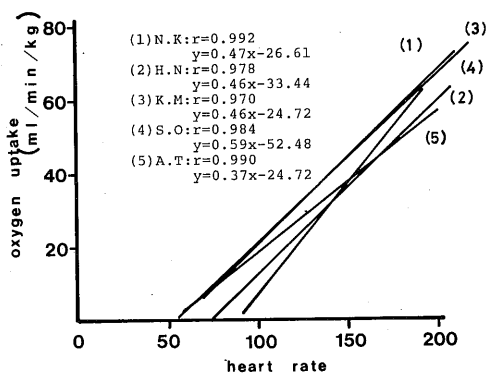


Fig. 2 Correlation between heart rate and oxygen uptake on bicycle ergometer.

min., $\% \dot{V}O_2$ max は Sub. N.K. の 49.6% が最高で Sub. S.O. の 24.3% が最低である。

attack-difence non-tackle練習は、ボックスのライン対ラインの攻防でタックルはなし、両手でホールドされたとき、あるいはラインを突破して抜け出したときにその攻防が終るという約束のもとで、Sub. K.M. は 57 分間、Sub. S.O. は 51 分間、即ち 51 分から 57 分の間に全員が 8 回の攻撃と 8 回の防禦を行なった。なお各攻防の間には 30 秒からときによっては 3 分間の話し合いが行われた。この間の平均心拍数は Sub. N.K. が 153.3 ± 26.8 beats/

min. で最も高く、Sub. S.O. が 125.4 ± 12 で最も少なかった。 $\% \dot{V}O_2$ max は Sub. N.K. が 54.7% で最高、Sub. S.O. が 36.5% で最低である。

rest3 は rest1, rest2 の内容と同じで 4 分から 6 分であった。この間の心拍数平均は Sub. N.K. が 136.3 ± 6.9 beats/min. で最高、Sub. K.M. が 87.4 ± 4.6 beats/min. で最低である。 $\% \dot{V}O_2$ max は Sub. N.K. の 54.7% から Sub. S.O. の 17.8% の間に分布している。

12min-running は 1 周およそ 1000m の多少起伏のあるコースを 2600m から 3200m 走った。平均心拍数の最高は Sub. N.K. の 188.5 ± 11.7 beats/min. , $\% \dot{V}O_2$ max は 90.5% に相当し、最低は Sub. M.K. で 122.8 ± 14.5 beats/min. , $\% \dot{V}O_2$ max は 42.3% でこれも最低である。

IV 考 察

joging で Sub. K.M. の心拍数は 122.1 ± 19.9 beats/min. で $\% \dot{V}O_2$ max は 42.8% を記録した。これはラジオ体操時の運動強度¹²⁾に匹敵するものであり他はすべてこれ以下である。

5 人の $\% \dot{V}O_2$ max の平均は 30.0% であり 17.8% から 42.8% に分布するのは Joging 中のサイドステップ走やクロスステップ走、背走等を各自が思い思いに行っている結果であろう。stretching 中の心拍数は安静時の心拍数にほぼ同じもの

からSub. K.M のように安静時58beats/min. からこの間の平均87.6beats/min. 1分間値で96beats/min. に増加するものもある。Sub. K.Mは非常に柔軟度があるが、練習の場でも他より強い負荷をかけて屈曲、伸展していると思われる。slow pace handling中は平均心拍数が113.4beats/min. から128.3beats/min., % $\dot{V}O_2$ maxでも39.0%から44.8%と非常に小さな範囲に分布している。SDも比較的小さく同じ負荷強度で一連の走行が行われたことを示している。全員の% $\dot{V}O_2$ maxの平均が41.5%で、これはtop pace handlingの $\dot{V}O_2$ maxの83.7%に相当し、「最大スピードの80%で走行する」という指示がほぼまもられていることがわかる。

top pace handlingはラグビーの練習の中で最もきつい練習の1つとされているが、この間の平均心拍数で見ると限りあまり激しい運動ではない。% $\dot{V}O_2$ maxも53.1%から42.7%で心拍数の1分間値でSub. N.Kの161beats/min., Sub. K.Mの160beats/min. など1回の出現を見たにすぎない。一般にいわれているように、あるいは多くのプレーヤーが印象として持っているより激しい練習ではない。

contact-mauling-spinning the ballの練習について考察するとSub. N.Kは $\dot{V}O_2$ max 58%, 平均心拍数141.3beats/min. で最も激しく運動している。Sub. N.Kはスクラム・ハーフで常にボールの近くへ動くことを要求されるのでこのような結果となると思われる。

Sub. N.Kはスタンド・オフで最初コンタクトのあとは一応自分の役目が終るので、平均心拍数および% $\dot{V}O_2$ maxは123.0beats/min, 39.5%と被験者の中では最低の値を示した。これはウイングスリークォーターのSub. S.Oとほぼ同じ値である。Sub. K.Mはセンタースリークォーターで5人の中では中間の値を示すフルバック Sub. A.Tの運動量はスクラム・ハーフについて大きく% $\dot{V}O_2$ max 48.7%であった。これは最近のラグビーでは特に激しく攻守に動かなければならないフルバックの特性を現わしているといえる。

tackle練習は、人間を相手とせずタックルバッグで行ったので実際の試合中のタックルとは異なる結果と思う。試合中は相手も抵抗するのでタックルバッグ使用時より大きな運動量が必要とされるであろう。やはりスクラムハーフのSub. M.Kが

平均心拍数128.9beats/min., % $\dot{V}O_2$ max 49.6%と最も大きく他は平均心拍数が113.1beats/min. から104.2beats/min., % $\dot{V}O_2$ maxも24.3%から37.8%の間にあり,% $\dot{V}O_2$ maxの全員の平均は34.0%でjoging時より少し強い運動であった。

attack-difence練習は最もゲームに近い練習内容といえる。本練習時でも最も長い時間をかけて練習している。この間の平均心拍数と% $\dot{V}O_2$ maxを大きい順に並らべてみると、スクラム・ハーフSub. N.K 153.3beats/min., % $\dot{V}O_2$ max 66.3%, フルバックSub. A.T 133.8beats/min., 54.7%, センタースリークォーターSub. K.M 127.7beats/min., 46.2%, スタンドオフSub. H.N 127.2beats/min., 42.9%, ウイングスリークォーターSub. S.O 125.4beats/min., 36.5%となる。スクラム・ハーフはスクラムでもラック、モールでも常にボールの近くに位置することが要求されるし、フルバックは攻守にわたり広い範囲をカバーしなければならない。センタースリークォーターは、いろいろなムーブの中心となるプレーヤーであり、スタンドオフは比較的ボールより離れて位置しパス、キック等のプレーと比較的短い距離を走行する。ウイングスリークォーターは自分がボールを持って走る機会は非常に少なく、ボールを持つ以前にプレーが中断することの多いポジションである。この間に得られた運動強度の特徴はポジション(プレーヤーの役割)を如実に現わしている。タイプの異なるプレーヤーもいるが一般的なゲームの中でもこのような順序で運動強度が要求されていることは容易に想像できる。

12min-runningはSub. K.Mを除くと心拍数,% $\dot{V}O_2$ maxとも最大の値を示し全練習過程の中で最も強い運動強度を示した。

V 要 約

大学ラグビー部に所属する18歳から21歳の5名のバックプレーヤーの練習中の心拍数を測定し、同一被験者の心拍数と最大酸素摂取量を自転車エルゴメータによるイグゾーションテストで求めた。心拍数-酸素摂取量の回帰方程式からラグビー練習中の酸素摂取量を求め最大酸素摂取量の何%に相当するかを運動強度の指標にしラグビー練習中の運動強度を明かにした。結果を要約すると次のようになる。

slow pace handlingは指示どおりtop pace

handlingのおよそ80%で走行している。top pace handling はラグビー練習において最も激しい練習の1つとされてきたが53% of $\dot{V}O_2$ maxから43% of $\dot{V}O_2$ maxの中等度の運動強度しかない。

contact-mauling-spinning the ball練習は、attack-difenceとほぼ同等の運動強度で、ポジション毎の運動強度もほぼ同じである。

attack-difence練習ではスクラム・ハーフ、フルバック、センタースリークォーター、スタンド・オフ、ウィングスリークォーターの順に運動強度は小さくなり、実際のゲームの観察からポジションの特性を如実に現わしている。運動強度の範囲は66% of $\dot{V}O_2$ maxから36% of $\dot{V}O_2$ maxであった。

12min-runningは練習の中で最も強い運動強度でSub. K.Mを除き90% of $\dot{V}O_2$ maxから75% of $\dot{V}O_2$ maxであった。

参考文献

- 1) 朝比奈一男, 浅野勝己, 草野勝彦, 砂本秀義: 作業強度の生理的基準について, 体力科学, 20, 190-194, 1971.
- 2) 藤江正: ラグビーのゲーム分析, 小樽商科大学人文研究, 49, 1-26, 1975.
- 3) 橋本修: ラグビーフットボールの分析, 新潟大学教養部研究紀要, 5, 56-65, 1974.
- 4) 橋本修: ラグビーゲームの分析(II), 新潟大学教養部紀要, 7, 73-77, 1977.
- 5) 猪飼道夫, 山地啓司: 心拍数からみた運動強度, 体育の科学, 21, 589-593, 1971.
- 6) 今井創, 山地啓司, 関岡康雄: 各種運動時の心拍数からみた運動強度, 新体育, 50-1, 72-78, 1980.
- 7) 石崎忠利, 中里一彦, 竹之木進, 漆原誠: 女子サッカーの運動強度について, 体育の科学, 32-7, 505-509, 1982.
- 8) 亀山宏司, 坪井彰: DLT法を用いたフルバックの動きについての考察, 筑波大学体育専門学群卒業論文, 1985.
- 9) 菊地康太郎: 呼吸循環系機能からみたラグビー選手の体力に関する研究, 筑波大学内地研究員論文, 1976.
- 10) Rugby Football Union: Fitness Training for Rugby, 7, 1978.
- 11) 三野耕他: ラグビーにおけるゲーム経過の数量化についての一考察, 大阪市立大学保健体育学研究紀要, 10, 55-65, 1974.
- 12) 山岡誠一他: ジャズ体操の運動強度, 体育科学, 6, 1-8, 1978.