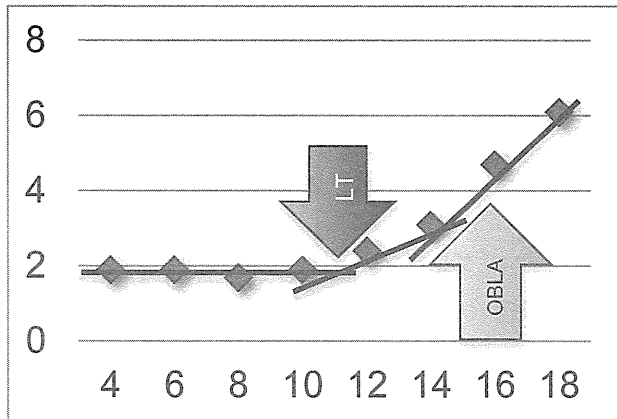


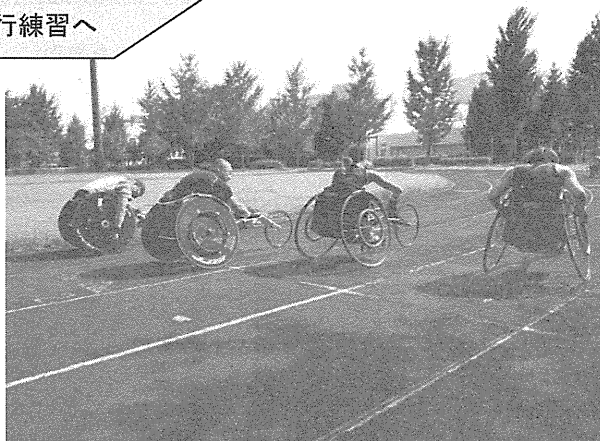
走行時の乳酸測定

血中 LA (mmol/l)

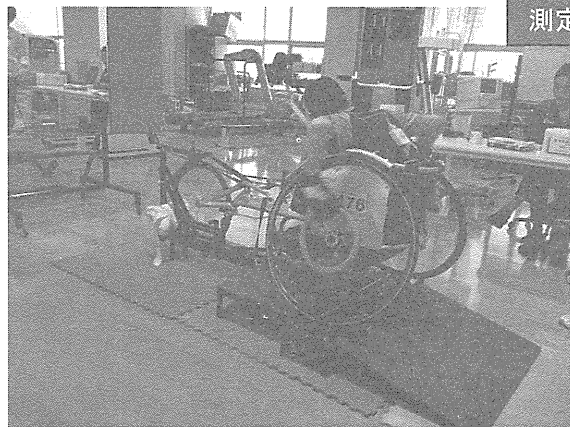


走行速度 (km/h)

フィールドでの
走行練習へ



測定値をもとに



日常練習での
走行へ

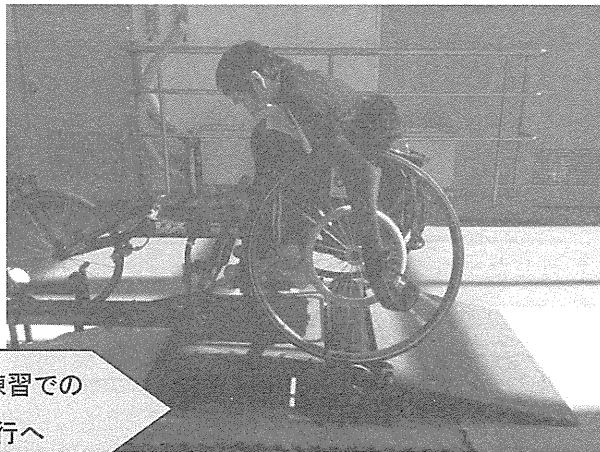


図 2.測定およびトレーニングプログラムの試行 (例 : T51)

対象	課題	トレーニング内容	介入期間
脳性麻痺7人制サッカー (男性・1名)	スタミナ強化	OBLA トレーニング	1シーズン(3ヶ月)
陸上競技 (T51クラス・車いす) (男性・5名)	体力強化 マラソン等完走	・トレーニングプログラムの試行 ・車椅子調整 ・フォーム修正	①シーズン1(12ヶ月) ②シーズン2(12ヶ月)
陸上競技 (F11・視覚・投擲) (女性・1名)	競技変更に伴う強化 スキルアップ	・トレーニングプログラムの試行	1シーズン(3ヶ月)
車椅子バスケ (女性・1名)	コンディショニング	・減量 ・スポーツ障害予防	1シーズン(3ヶ月)
ウィルチェアラグビー (男性・1名)	コンディショニング	・減量 ・コンディショニング	1シーズン(3ヶ月)

図3.試行したプログラムの課題と内容

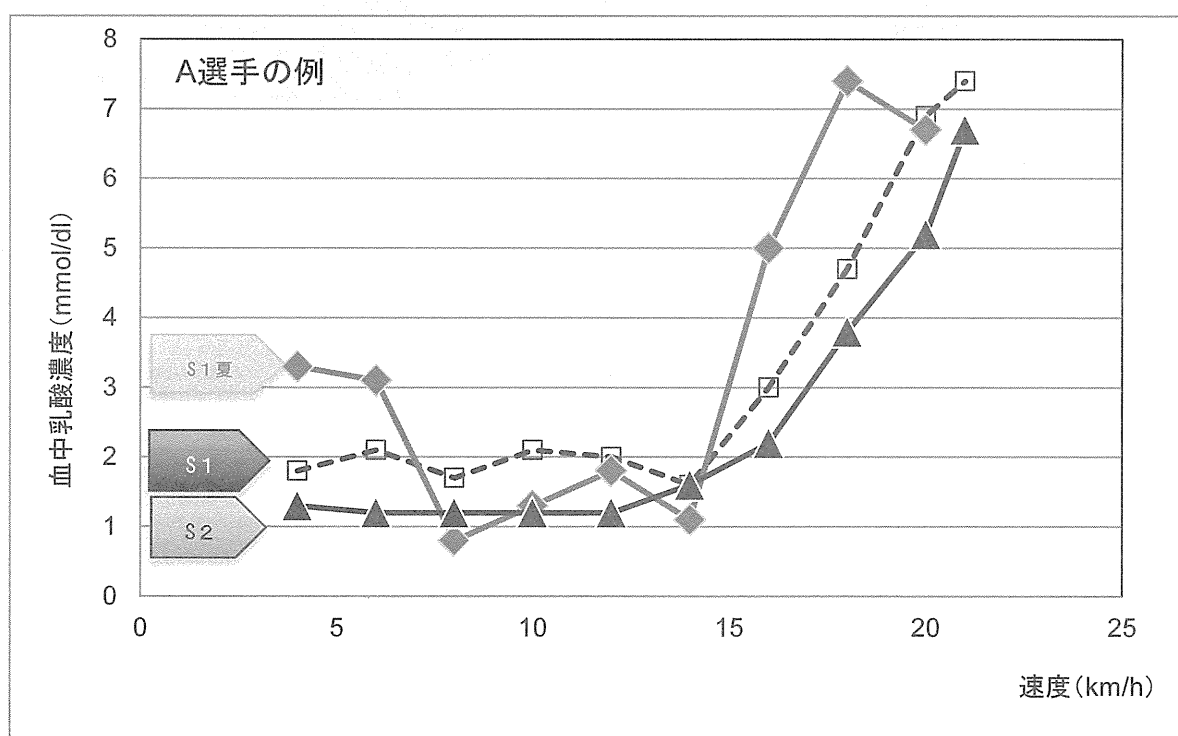


図4.トレーニング試行後の血中LAの変化

対象	課題	トレーニング内容	結果
脳性麻痺7人制サッカー — (男性・1名)	スタミナ強化	OBLA トレーニング	・2014 全日本大会MVP ・アジパラ出場 (銀メダル)
陸上競技 (T51 クラス・車いす) (男性・5名)	体力強化 マラソン等完走	・トレーニングプログラムの試行 ・車椅子調整 ・フォーム修正	個人記録更新 (各選手にて) ・400m日本記録 ・1000m強化指定選手1名追加 ・大分ハーフマラソン上位独占
陸上競技 (F11・視覚・投擲) (女性・1名)	競技変更に伴う 強化 スキルアップ	・トレーニングプログラムの試行	自己記録更新 ・ジャパンパラリンピック出場
車椅子バスケットボール (女性・1名)	体重過多 コンディショニング	・減量 ・スポーツ障害予防	・アジパラ出場 (銀メダル) ・日本代表の継続 ・コンディション良好
ウィルチェアラグビー (男性・1名)	体重過多 コンディショニング	・減量 ・コンディショニング	・2014 日本選手権 準優勝 ・同大会 3.0 クラス MSP 受賞 ・日本代表の継続 ・コンディション良好

図 5. トレーニング試行後の結果



図 6. レース用車いすに関する調整 (例)

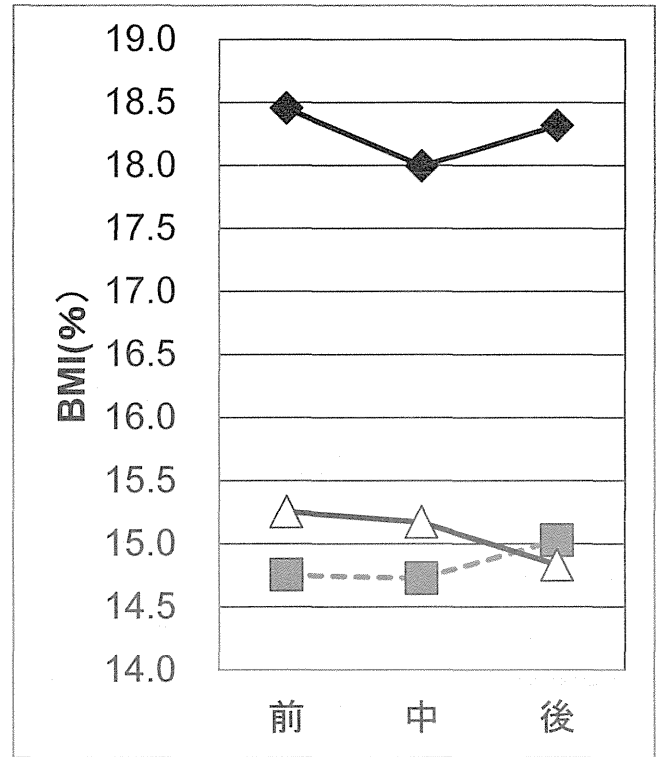
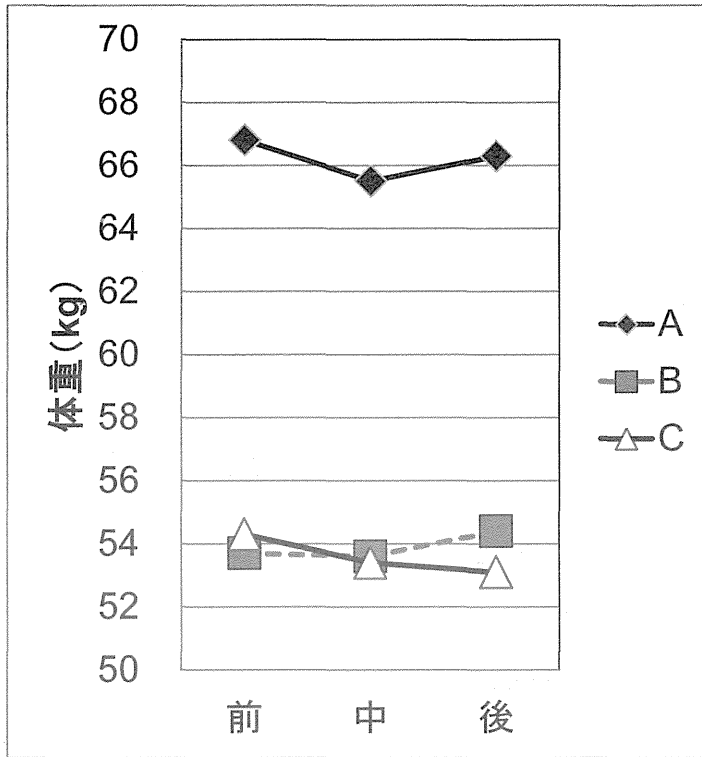


図7. T51のプログラム試行後の体重・BMIの変化

前：シーズン1前・中：シーズン1終了・後：シーズン2終了

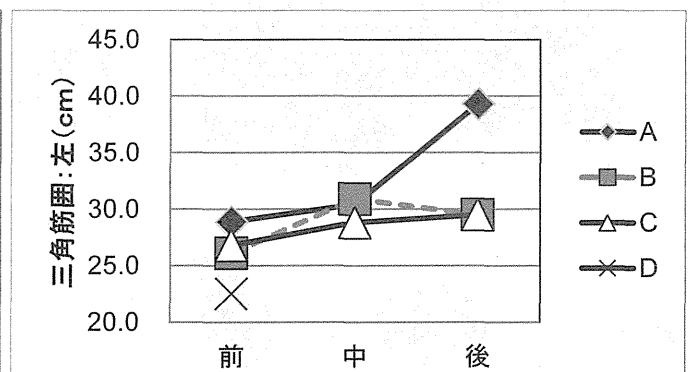
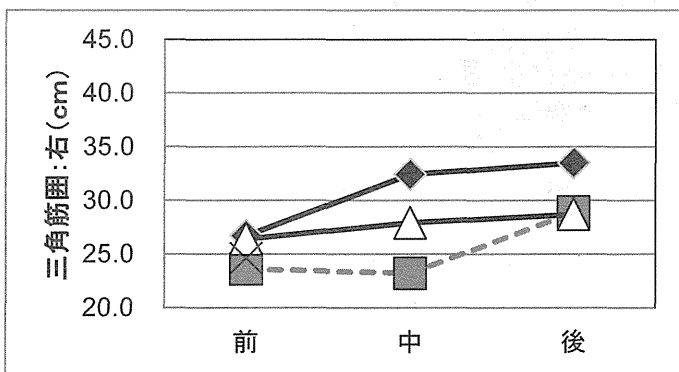
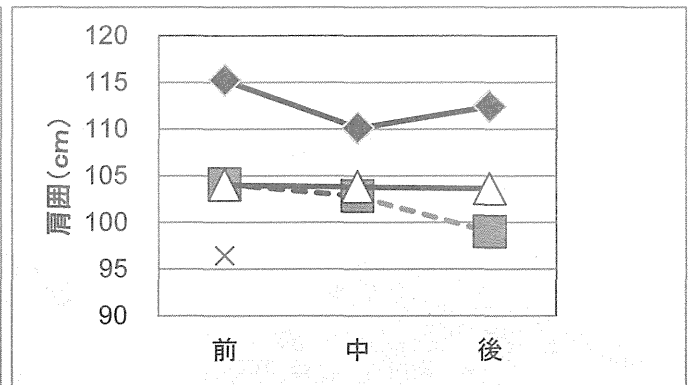
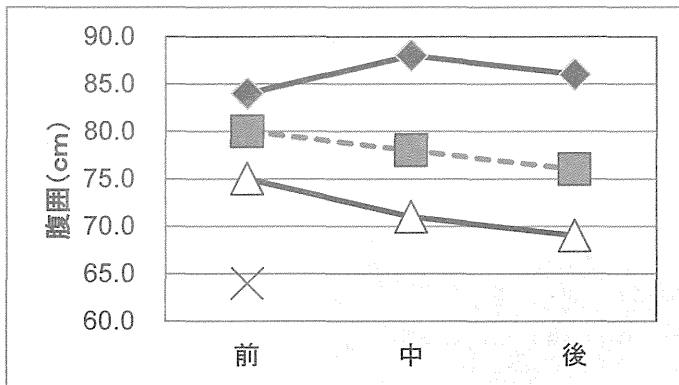


図8. T51のプログラム試行後の形態計測の変化

前：シーズン1前・中：シーズン1終了・後：シーズン2終了

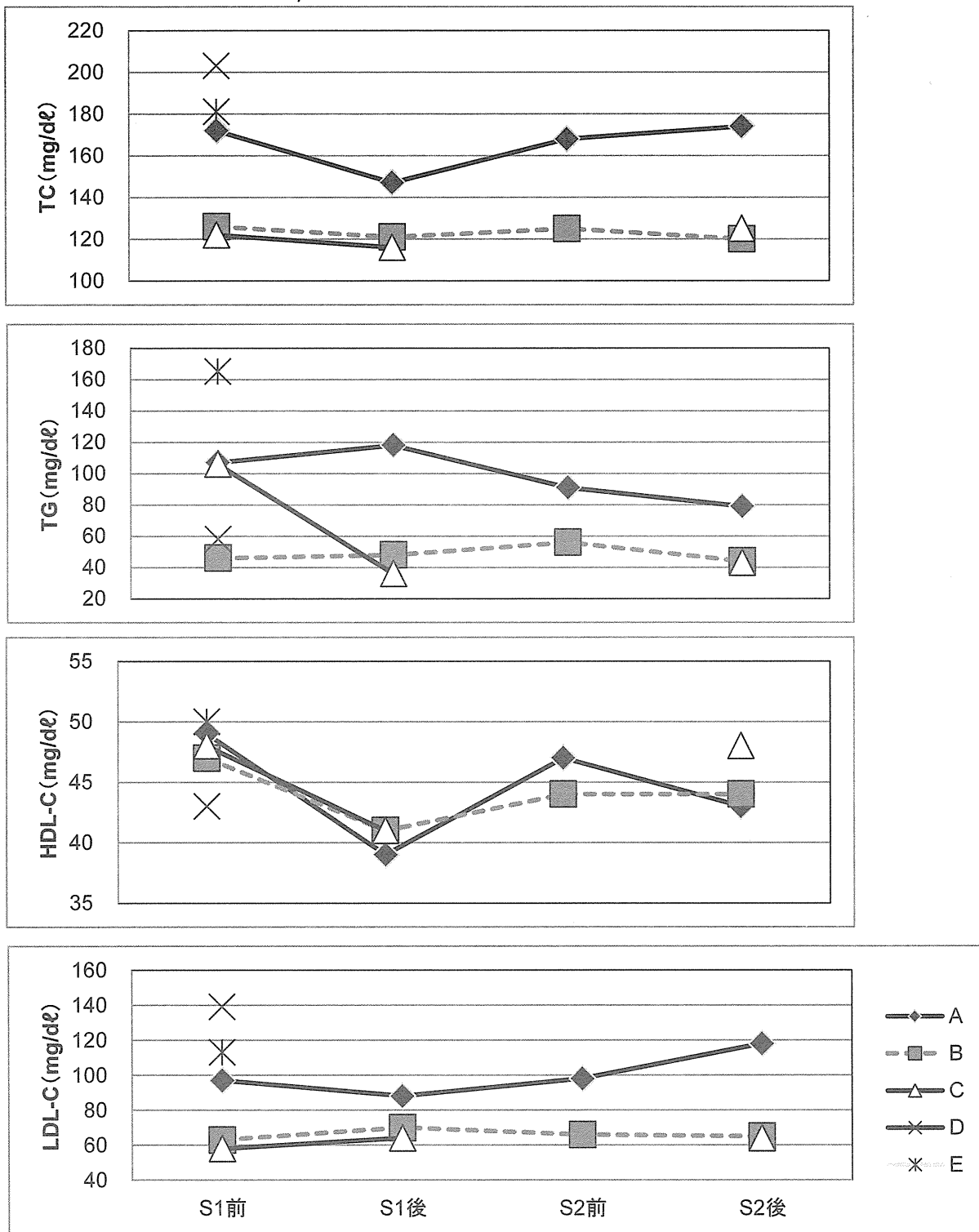


図 9. T51 のプログラム試行後の血清脂質の変化

S1 : シーズン 1 前・S1 : シーズン 1 後・S2 : シーズン 2 前・S2 : シーズン 2 後

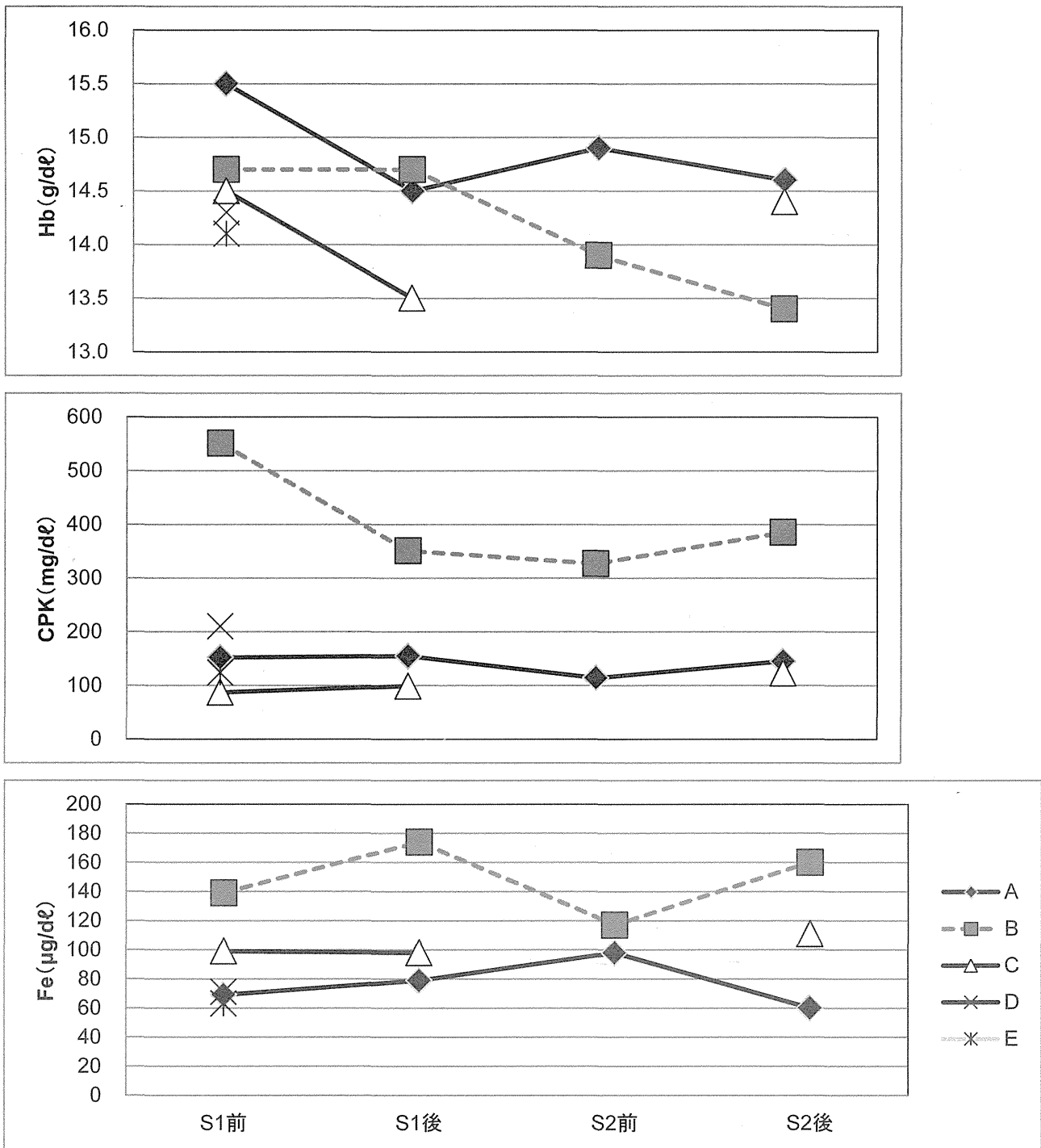
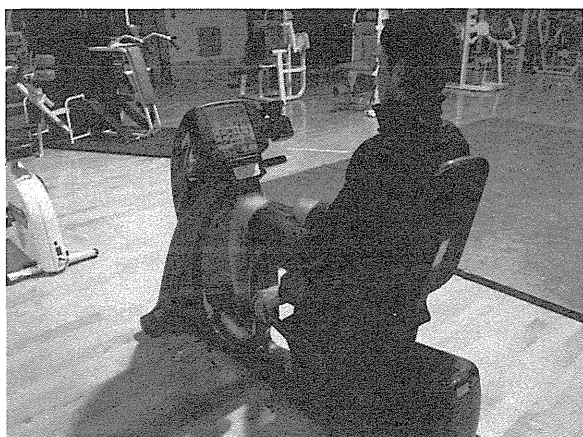


図 10. T51 のプログラム試行後の血液性状の変化

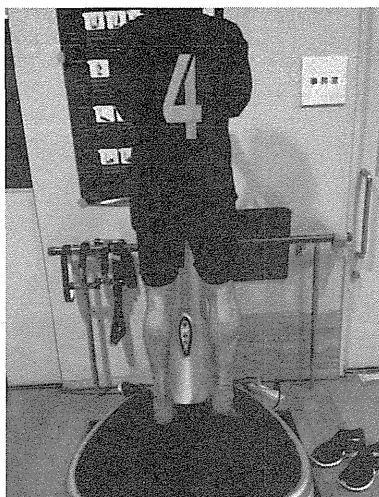
S1 : シーズン 1 前・S1 : シーズン 1 後・S2 : シーズン 2 前・S2 : シーズン 2 後



図 11. LT 強度での有酸素運動の実施
車いす座位でのアームエルゴメーター使用



自転車エルゴメーターでの OBLA 強度トレーニング



スポーツ障害予防の
筋力トレーニング
* 左右差が認められる

図 12. CPS のトレーニング実践について

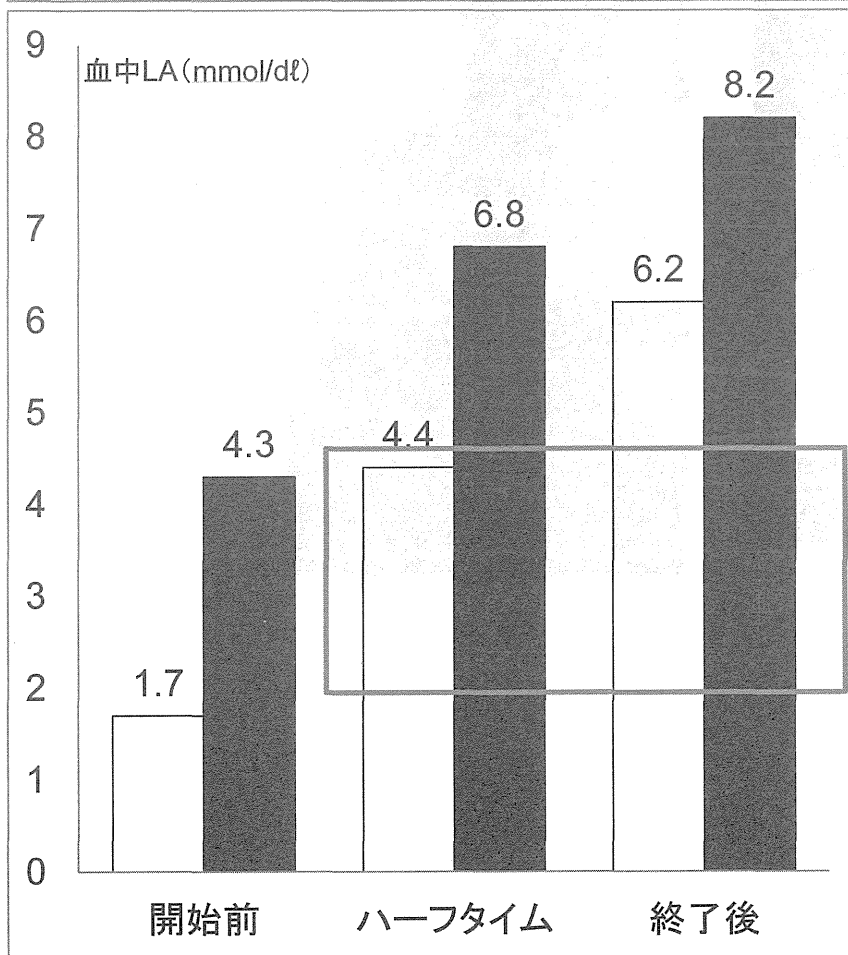
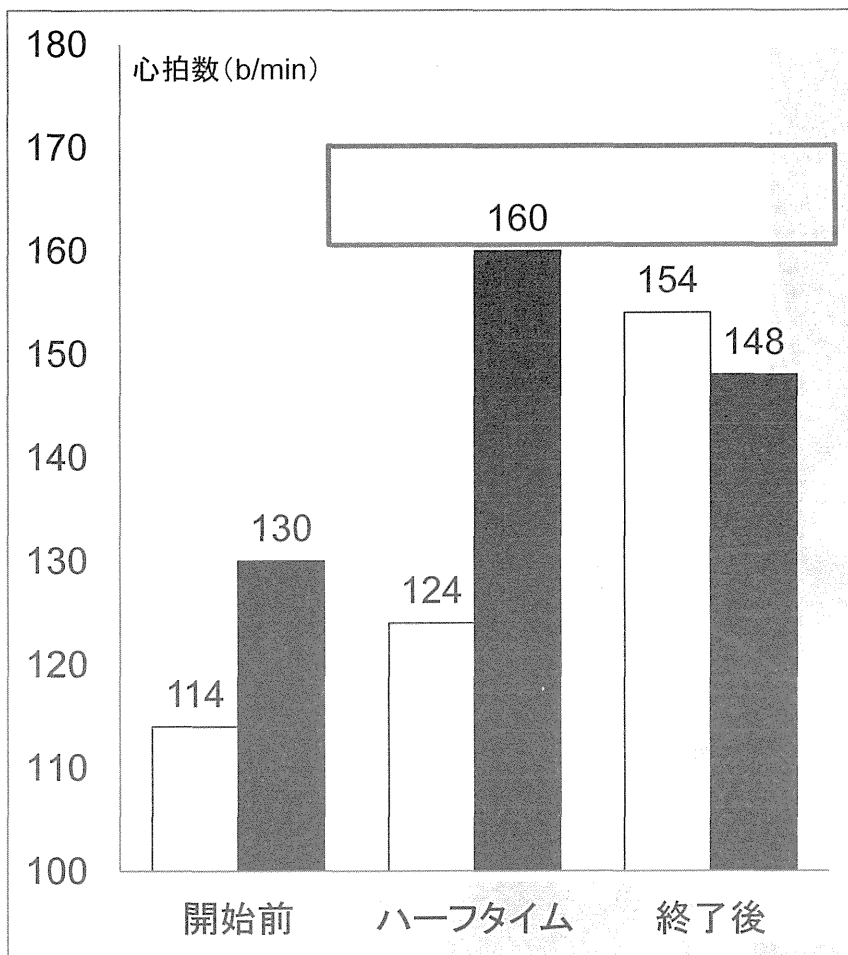


図 13. プレー中の運動強度および疲労度について

□ : 第一試合、■ : 第二試合 (図内の□は、REILLY.1997 報告の範囲)

IV-2 視覚障害者スポーツ選手における安全確保と競技力向上に関する実態調査—第3報—

研究分担者 木下裕光（筑波技術大学保健科学部）
石塚和重（筑波技術大学保健科学部）
福永克己（筑波技術大学保健科学部）
香田泰子（筑波技術大学障害者高等教育研究支援センター）

研究要旨

平成24年度、平成25年度に、視覚障害者スポーツ選手に対して、競技上の安全確保と競技力向上における問題点を明らかにすることを目的とした実態調査を行った。今回、この調査を継続し、視覚障害者5人制サッカー日本代表候補選手に対して、体力・運動機能に関する調査を行った。調査項目は、体力テスト、最大酸素摂取量、下肢筋力、バランス能力、全身反応時間、キック動作解析であった。

その結果、視覚障害者5人制サッカー日本代表候補選手は、体力テスト、最大酸素摂取量、下肢筋力、全身反応時間に関して、健常者スポーツ選手のトップレベルに達していないと考えられた。また、バランス能力、キック動作については、不明な点が多く、さらに検討を要すると考えられた。

本調査によって、各種データが選手の体力・運動機能評価、タレント発掘等を行う上で参考となる基礎資料となりうること、また、各種の測定に際しては、障害特性に配慮し、効率的な評価方法について更に検討を要すること、さらに、キック動作については、選手の競技力向上に寄与できる研究を推進する必要があることが示唆された。

今後、障害者スポーツ選手の競技力向上、障害者スポーツの普及・発展ためには、医・科支援により、障害特性や競技特性に配慮しつつ、効率的な体力・運動機能の測定方法を導入し、タレント発掘を含む選手育成・強化システムを構築することが課題であり、継続して調査・研究を行う必要があると考えられた。

A. 研究目的

本調査の目的は、平成 24 年度、平成 25 年度に引き続き、視覚障害者スポーツ選手に実態調査を行い、競技力向上における問題点を明らかにし、障害や競技特性に配慮した介入方法を検討するための基礎資料を得ることである。本年度は、わが国において視覚障害者 5 人制サッカー選手を統括する日本ブラインドサッカー協会（以下、J B F A）が選出した日本代表候補選手を対象とした。

視覚障害者 5 人制サッカーは、視覚障害者スポーツのクラス分けにより、B1（全盲）クラスと B2/3（弱視）クラスに分けられる（表 A-1）。B1 クラスは、健常者のフットサル（5 人制サッカー）に準じたルールに加え、使用するピッチにサイドフェンスの設置、アイマスクの着用、音の鳴る特殊なボールの使用などの特殊なルールがある

（図 A-1）。B1 クラスは、パラリンピックにおいて、2004 年（アテネ大会）より、正式競技となっており、2020 年東京大会においても継続して正式競技として採用される事が決定した。一方、B2/3 クラスは、ピッチにサイドフェンスなし、アイマスクなし、フットサル用ボールの使用など健常者のフットサルとほぼ同じルールで行われており、パラリンピック競技ではない。従来、J B F A では視覚障害者 5 人制サッカーの各々のクラスを、ブラインドサッカー B1 クラス、ブラインドサッカー B2/3 クラスと呼称してきたが、ブラインドは全盲を意味し、弱視である B2/3 クラスに対する呼称として適切でないことから、平成 26 年 1 月より、B1 クラスをブラインドサッカー（以下、B 1 と略す）、B2/3 クラスをロービジョンフットサル（以下、L V F と略す）と呼称することになった。

表 A-1. 視覚障害者スポーツのクラス分け

B1：視力 0～光覚
B2：視力 0.03 までか、視野 5 度まで
B3：視力 0.1 までか、視野 20 度まで



図 A-1. B1 クラスの試合（IBSA ブラインドサッカー世界選手権 2014）

B. 研究方法

1. 調査対象

本調査では、視覚障害者5人制サッカー選手14名(すべて男性)を対象とした。そのうち、B1選手が11名、(年齢 34.3 ± 7.6 歳;平均±標準偏差,以下同様),LVF選手が10名(年齢 28.2 ± 8.0 歳)であった。競技レベルは、全員、日本代表候補であった。

2. 倫理面への配慮

本調査を実施する前に被験者に研究の趣旨・個人情報の管理などについて、口頭および書面にて説明し、書面をもって同意を得た。また、その実施に当たり、筑波技術大学保健科学部附属東西医学統合医療センター「医の倫理委員会」の承認を受けた。

3. 調査日・場所、調査・測定の内容

平成26年7月19日に国立大学法人筑波技術大学にて測定を実施した。測定項目は、体力テスト、運動機能測定(呼気ガス分析、下肢筋力、全身反応時間、バランス能力)、キック動作解析であった。

C. 項目ごとの結果および考察

1. 体力テスト

視覚障害者サッカー選手に対して、新体力テストを実施し、健常者のデータと比較した。対象は、視覚障害者サッカー日本代表候補選手、B1選手11名(年齢 34.3 ± 7.6 歳,身長 167.6 ± 4.2 cm,体重 67.8 ± 10.9 kg),LVF選手10名(年齢 28.2 ± 8.0 歳,

身長 171.1 ± 4.4 cm,体重 64.5 ± 3.8 kg)であった。測定項目は、文部科学省「新体力テスト実施要項(20歳~64歳対象)」にある以下の6項目に関して行った(図C-1-1, C-1-2, C-1-3)。カッコ内はその項目で必要となる主な体力要素である。

- ① 握力(筋力)
- ② 上体起こし(筋持久力)
- ③ 長座体前屈(柔軟性)
- ④ 反復横跳び(敏捷性)
- ⑤ 20mシャトルラン(全身持久力)
- ⑥ 立ち幅跳び(跳躍力)

視覚情報が必要となる反復横とびは、視覚障害者サッカー選手特にB1選手に対して行うのは困難であるためバーピーテストで代用した(図C-1-4)。また、時間の制約上20mシャトルランに関しては、B1選手のみで行い、LVF選手では実施しなかった。

【結果】

それぞれの項目に関して、B1選手とLVF選手で別々に集計し、平成25年度体力・運動能力調査結果における男子の平均値と比較した。B1選手とLVF選手の選手の最小年齢が18歳、最大年齢が51歳であったため、それらを含む18, 19, 22, 27, 32, 37, 42, 47, 52歳の男子の平均値を利用した。バーピーテストの結果は、健常者を対象とした換算式(香田, 2010),

$$y = 24.28 + 4.395x \quad (x: \text{バーピーテストの回数}, y: \text{反復横跳びの予測値})$$

により反復横跳びの予測値に換算した。

それぞれ測定項目の結果を握力(図C-1-5)、上体起こし(図C-1-6)、長座体前屈(図C-1-7)、反復横跳び(図C-1-8)、20mシャトルラン(図C-1-9)、立ち幅跳び(図

C-1-10) に示した. 対象別に求めた年齢と各項目とのピアソンの積率相関係数を表 C-1-1 に, そのとき求められる有意確率を表 C-1-2 に示した. 表 C-1-1, 表 C-1-2 より, 成年男子においては握力を除くすべて項目に対して年齢と強い負の相関 ($p < 0.01$)

が見られたが, B 1 選手においては全ての項目に対して年齢と相関が見られなかった ($p > 0.24$). また, L V F 選手においては長座体前屈と立ち幅跳びに対しては年齢との相関が多少見られた ($p = 0.07$).



図 C-1-1. 長座体前屈



図 C-1-2. 20mシャトルラン

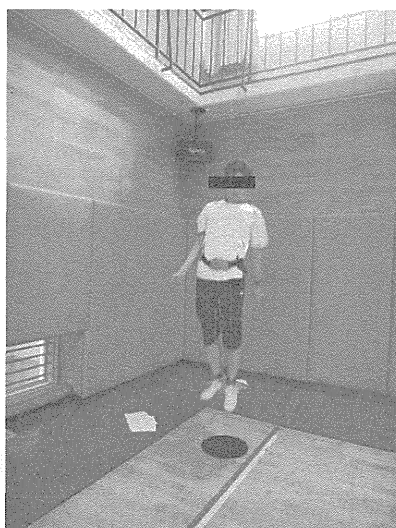


図 C-1-3. 垂直跳び

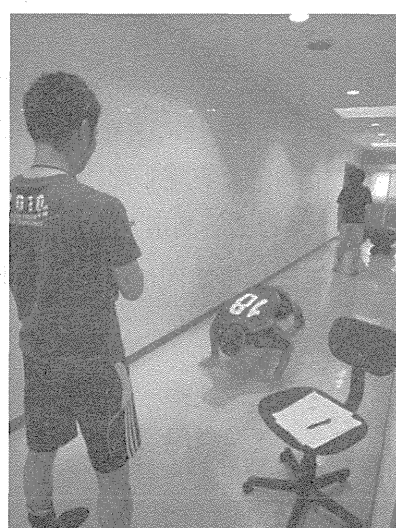


図 C-1-4. バーピーテスト

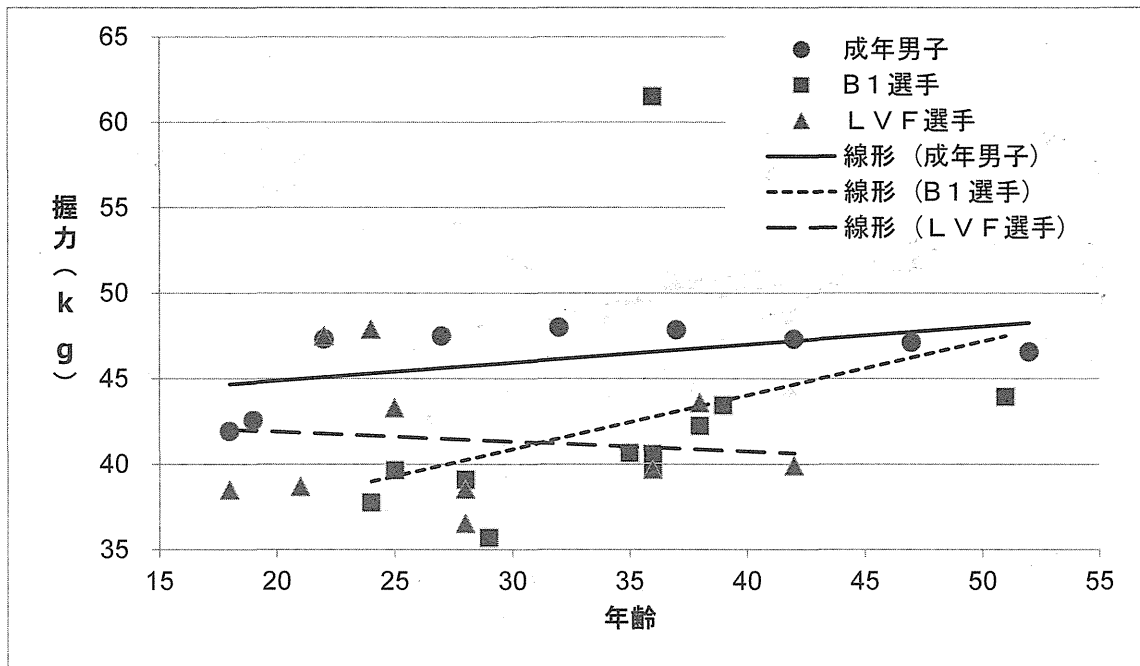


図 C-1-5. 握力

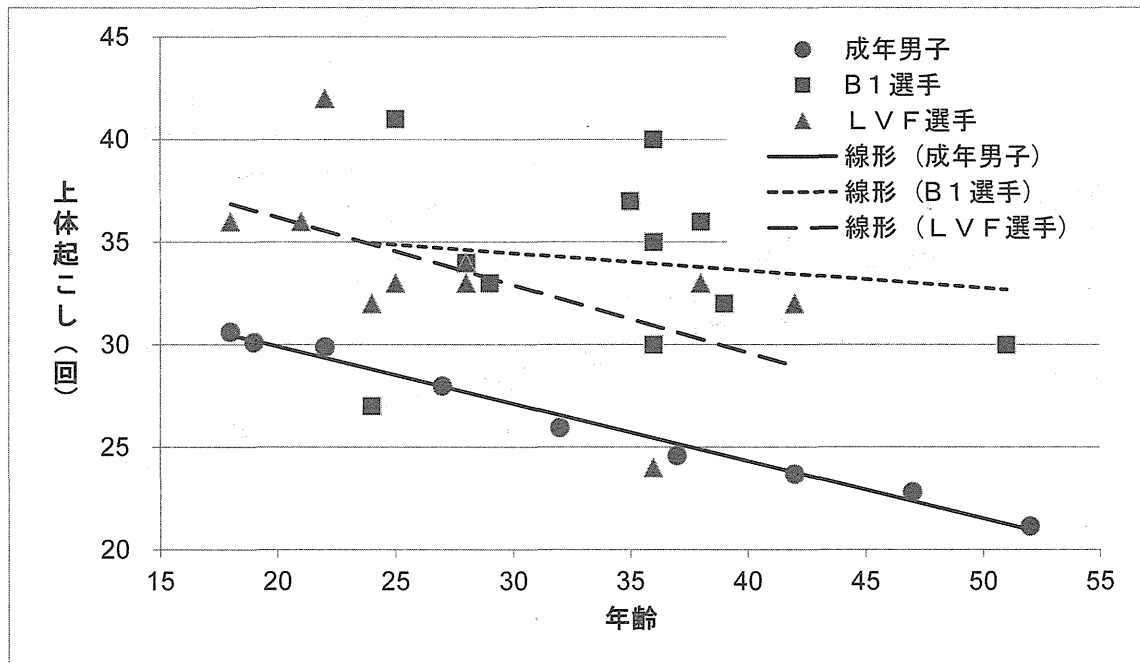


図 C-1-6. 上体起こし

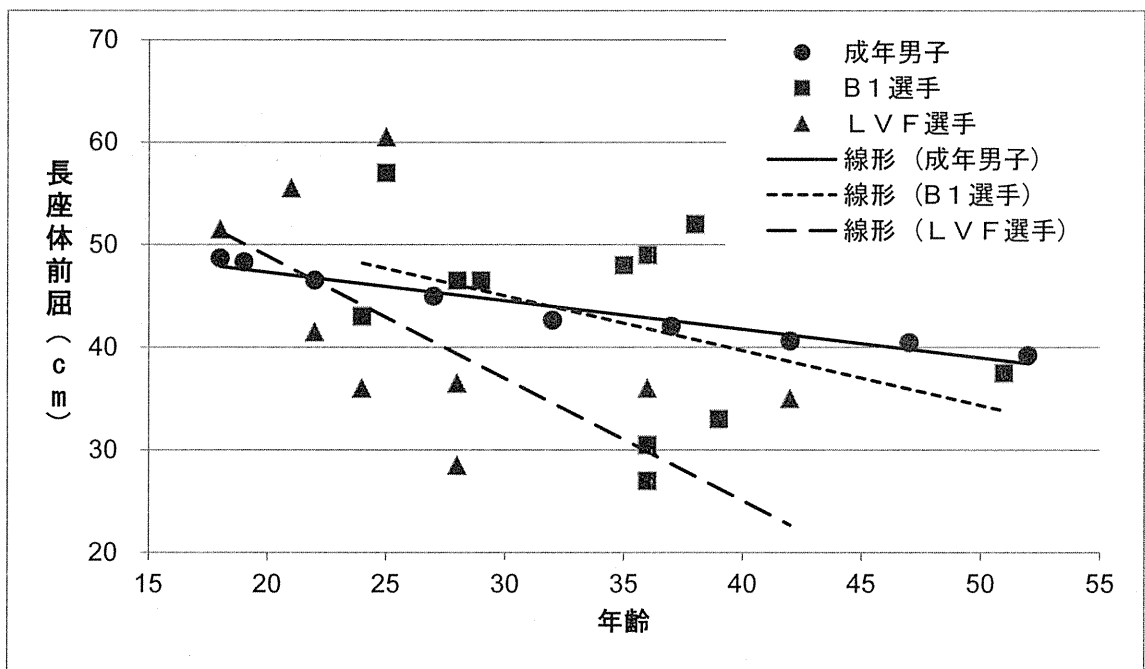


図 C-1-7. 長座体前屈

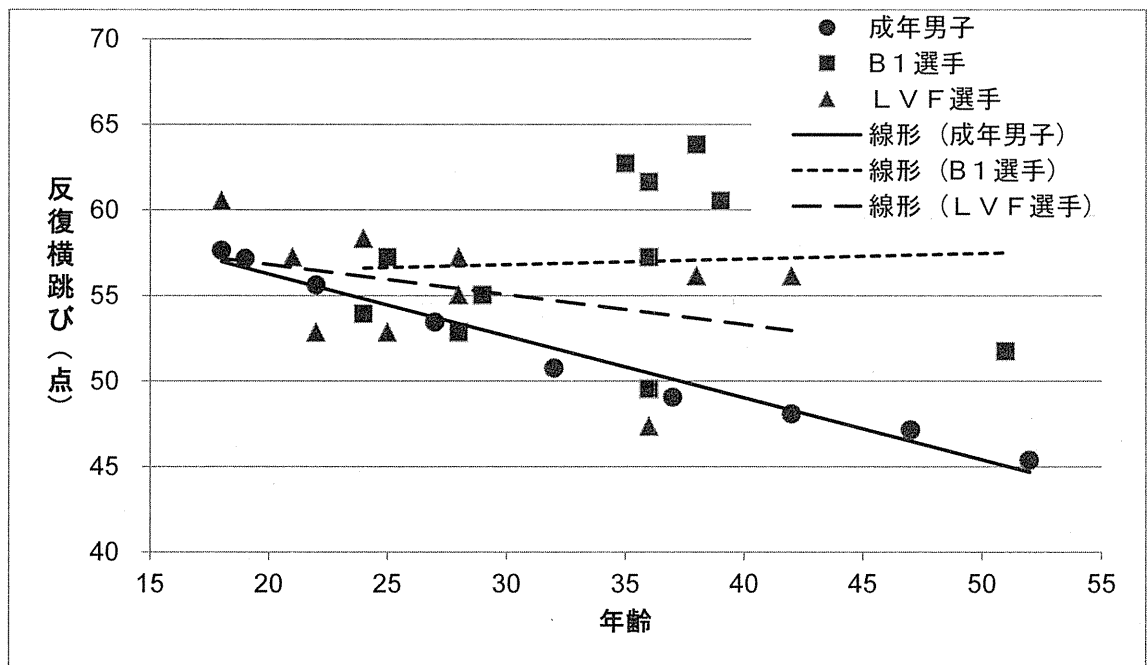


図 C-1-8. 反復横跳び (バーピーテスト)

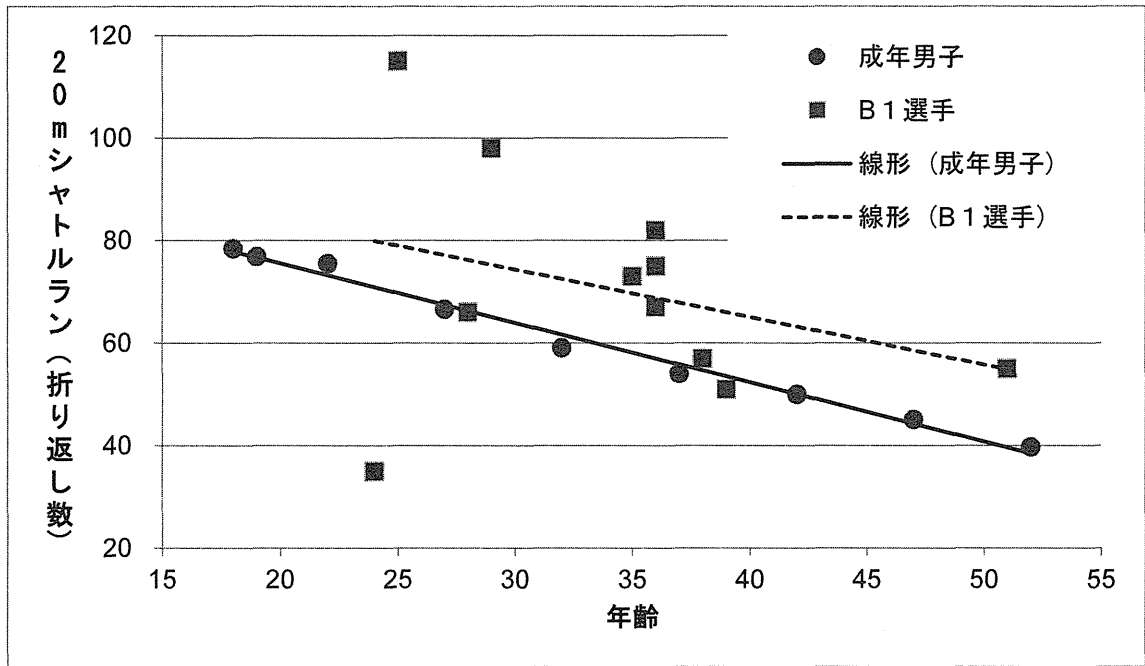


図 C-1-9. 20mシャトルラン

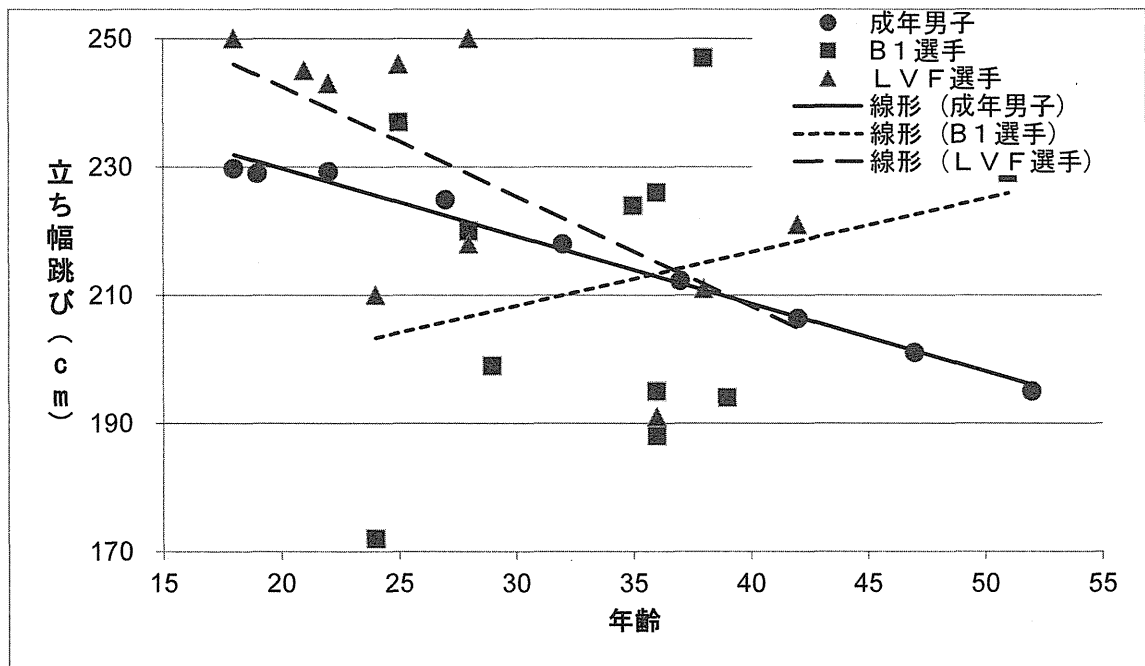


図 C-1-10. 立ち幅跳び

表 C-1-1. 対象別の年齢と各項目との相関係数 r

対象	握力	上体起こし	長座体前屈	20m ショット ルラン	反復横とび	立ち幅とび
成年男子	0.57	-0.99	-0.98	-0.99	-0.99	-0.99
B 1 選手	0.35	-0.15	-0.43	-0.32	0.05	0.27
L V F 選手	-0.12	-0.59	-0.65	-	-0.38	-0.65

表 C-1-2. 対象別の年齢と各項目との有意確率 p

対象	握力	上体起こし	長座体前屈	20m ショット ルラン	反復横とび	立ち幅とび
成年男子	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B 1 選手	0.35	0.70	0.24	0.40	0.89	0.47
L V F 選手	0.78	0.11	0.07	-	0.34	0.07

【考察】

項目別の評価ではなく、6項目全てで総合的に評価するため、以下の様な方法を用いた。成年男子とB1選手に対しては表C-1-3より求められる項目別の得点を単純加算した。ここで20歳未満のデータを評価する場合は20歳以上として評価した。LVF選手に関しては20mショットルランを行っていないので、その他の5項目別の得点を単純加算したあと1.2倍した。成年男子は総合評価においても年齢と強い負の相関($r=-0.99, p<0.01$)があったが、B1選手に関しては年齢との相関が見られなかった($r=-0.02, p=0.95$)。しかし、LVF選手に関しては年齢との強い負の相関が見られた($r=-0.81, p<0.01$)。このことから、B1選手に関しては年齢に関係なく個人差が大きく、LVF選手に関しては項目により得手不得手が有るものの、総合的には成年男子と同様に年齢が上がるとともに体力が下が

ることがわかる (図 C-1-12)。

次に、実年齢と体力年齢を比較する。表C-1-4の総合評価基準表を用いて合計点より年齢を加味した5段階評価(A判定が一番優秀)を行った結果を表C-1-5に示す。また、表C-1-6の体力年齢判定基準表を用いて、合計点より想定される体力年齢を求め、その年齢と実年齢との関係を図C-1-12に示した。B1選手の実年齢と体力年齢の相関が全くない($r=0.06, p=0.85$)のに対し、LVF選手の実年齢と体力年齢には相関($r=0.79, p<0.01$)が見られた。図中の傾き1の直線はこの直線上にあるデータは実年齢と体力年齢が一致していることを示している。この線より上にあるデータは体力年齢が実年齢より上回っている(年齢の割に体力が低い)ことを示す。すなわち、B1選手では、実年齢と体力年齢とに相関が無く、年齢が低い割に体力があまり無い者から、年齢が高い割に体力がかなりある者ま

で、個人差が非常に大きかった。LVF選手では、実年齢と体力年齢とに相関が見られたが、年齢の割に体力の低い者が多かった。

以上のことから視覚障害者サッカー選手

は、年齢の割に運動能力の低い者が多く、強化の余地が十分に見られることがわかり、この点に着目していけば競技力向上につながると思われる。

表 C-1-3. 新体力テスト 項目別得点表 (成人男子, 一部改変)

得点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
握力(kg)	0	32	37	41	44	47	50	54	58	62
上体起こし(回)	0	9	12	15	18	21	24	27	30	33
長座体前屈(cm)	0	21	27	33	38	43	47	51	56	61
反復横跳び(点)	0	24	31	36	41	45	49	53	57	60
20m シャトルラン(回)	0	12	18	24	32	43	54	67	81	95
立ち幅跳び(cm)	0	143	162	180	195	210	223	236	248	260

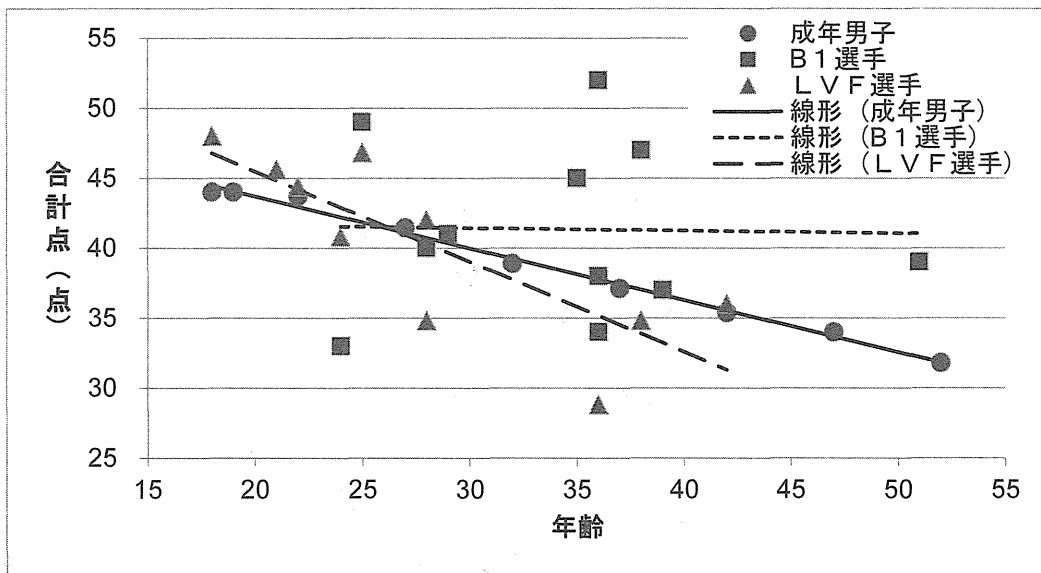


図 C-1-11. 合計点

表 C-1-4. 新体力テスト 総合評価基準表 (成人男子, 一部改変)

段階	20才	25才	30才	35才	40才	45才	50才	55才	60才
A	50	49	49	48	46	43	40	37	33
B	44	43	42	41	39	37	33	30	26
C	37	36	35	35	33	30	27	24	20
D	30	29	28	28	26	23	21	18	15
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 C-1-5. 総合評価 (人)

対象	A	B	C	D	E
成年男子	0	2	7	0	0
B1選手	2	3	4	2	0
LVF選手	0	4	4	2	0

表 C-1-6. 新体力テスト 体力年齢判定基準表 (成人男子, 一部改変)

体力年齢	20才	25才	30才	35才	40才	45才	50才	55才	60才	65才	70才	75才
得点	46	43	40	38	36	33	30	27	25	22	20	0

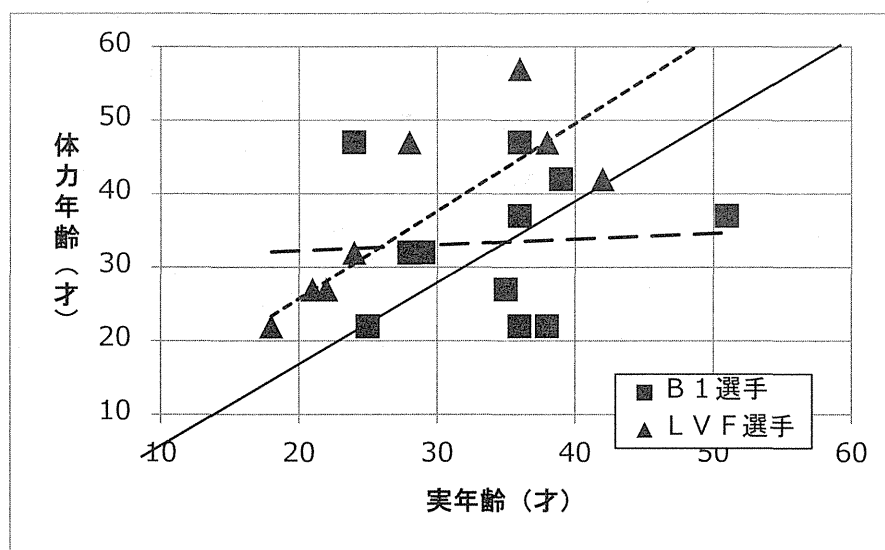


図 C-1-12. 実年齢と体力年齢

2. 最大酸素摂取量

Vo₂max 実測値を測定し、体力テストで行った 20m シャトルラン (図 C-1-2) による V_O2max 推定値との相関関係を検証した。対象は B 1 選手 10 名 (年齢 34.7±7.7 歳, 身長 168.0±4.2 cm, 体重 68.3±10.0 kg) とし, 下記の項目を測定した。

① Vo₂max 実測値

i. 運動負荷試験

運動負荷試験には cycle ergometer (コンビウエルネス AERO BIKE75XL II) を使用した。

ii. 負荷プロトコール

負荷プロトコールは, 直線的漸増負荷 (ramp 負荷) 試験にて酸素摂取量 (Vo₂) を直線的に増加させた。漸増負荷時間は最大 10 分間とし, 以下の順序にて実施した。① 2 分間以上の座位安静, ② 1 分間の warm-up, ③ 連続的な負荷量の増加。warm-up での仕事率は 20W とした。負荷量の割合は, 無段階に 20W/min で増加させた。ペダルの回転数はメトロノームを用い 60 回転に設定した。

iii. 呼気ガス分析 (図 C-2-1)

呼気ガス分析は, 呼気ガス分析装置 (ミナト医科学 AE-300SRC) を使用した。計測は呼吸数 (RR), Vo₂, 分時換気量 (VE), 二酸化炭素排出量 (VCo₂) などを連続的におこなった。AT は, Vo₂—VCo₂ 平面での Vo₂ に対する VCo₂ の増加開始点 (V slope method), または呼気終末二酸化炭素濃度が減少せずに呼気終末酸素濃度が増加する点, とし 2 名の reviewer によりグラフから決定した。

② Vo₂max 推定値

i. 20m シャトルラン

規定の CD を使用し, スタート地点から 20m の折り返し点を, 音源に合わせて走り, CD の音源に追いつけなくなった時点での折り返し回数を記録した。

ii. 視覚障害者への実施方法

ガイド者を折り返し地点の両側に配置し, ガイド者は対象者に対し, 折り返しまでの距離を手の音や声で知らせるようにした。また, 対象者は, 視覚条件を統一するために, ブラインドサッカーの試合で用いるアイマスクを着用し実施した。

iii. Vo₂max 推定値の換算方法

文部科学省が公表している V_O2max 推定表から V_O2max 推定値を換算した。

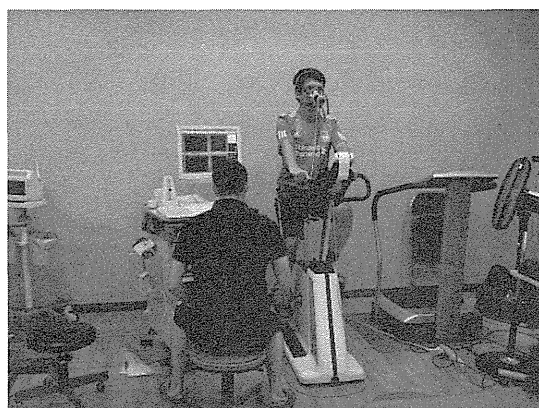


図 C-2-1. 運動負荷試験, 呼気ガス分析

【結果】

Vo₂max の実測値の平均値は, 44.0±7.7 ml/min/kg であった。Vo₂max の実測値と Vo₂max 推定値の間には, 相関係数 0.79 で高い正の相関が認められた (図 C-2-2)。

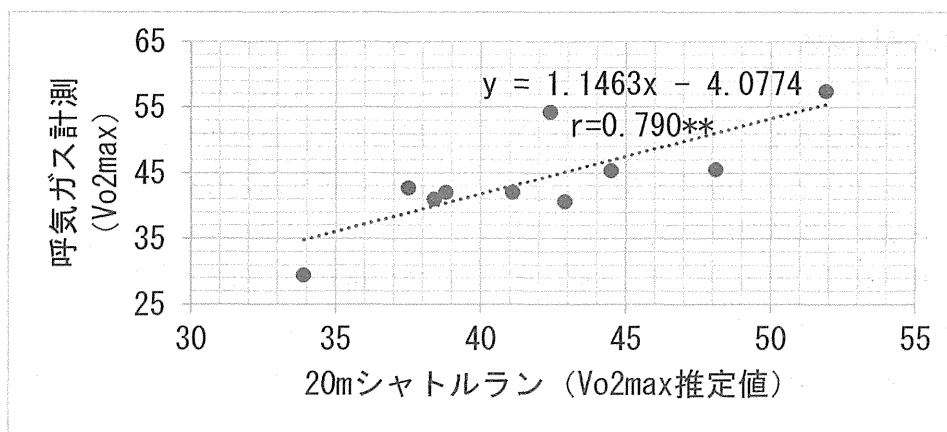


図 C-2-2. 呼気ガス計測と 20m シャトルランによる Vo2max の相関 (P<0.05)

【考察】

呼気ガス分析装置などによって得られる Vo2max の実測値は、全身の持久力を表わし、その向上はスポーツのパフォーマンス向上と関係があると報告されている。一方、視覚障害者サッカーの競技力と Vo2max の関係は不明である。

Vo2max を知るためには、運動負荷試験を実施し運動耐容能の客観的評価を行う。これには、自転車エルゴメータやトレッドミルなどを使用し、呼気ガス分析装置にて計測する必要がある。施設・設備と時間を要す。一方、簡便に Vo2max を推定する方法として 20m シャトルランが知られている。これは 20m シャトルランによって得られた数値から、Vo2max 推定値を換算する方法である。この 20m シャトルランでは、折り返し点を確認しながら音を聞き分けて走る必要がある。視覚と聴覚が必要とされる。視覚障害者サッカーでは、視覚を必要とする 20m シャトルランによる Vo2max 推定値の妥当性は明らかにされていない。

今回、B 1 選手の 20m シャトルランによ

る Vo2max 推定値を換算した結果、Vo2max 実測値と相関があることが明らかとなった。このことから、20m シャトルランによる Vo2max 推定値の妥当性が示され、B 1 選手にとっても、環境や時間などの制限を受けずに一般的に使用されている 20m シャトルランによって、簡便に Vo2max の推定値を知ることができるかと推察された。また、この数値を 1 つの指標にすることで、持久力と共にパフォーマンスの向上を図るためのトレーニングへ応用可能になると考えられた。

視覚障害者サッカーは、フットサルと同じフィールドの大きさでおこなう。ブラジルのプロフットサル選手の Vo2max は平均 58.0 ml/min/kg であり、B 1 選手は平均 44.0 ml/min/kg であった。このことから、同じフィールドを使用する競技よりも B 1 選手の Vo2max が低いことは明らかである。しかし、B 1 の競技特性として Vo2max が低いのか、世界と比較して日本代表だけが低いのかは明らかにはなっておらず、今後、Vo2max の向上によって B 1 選手の競技力が向上するかを解明にする必要がある。

3. 下肢筋力