

高校トップレベルの長距離選手（男女）における フィットネスチェックの内容と結果について-第一報-

杉田正明¹⁾ 榎本靖士²⁾ 佐伯徹郎³⁾ 山崎一彦⁴⁾ 荻原知紀⁵⁾ 原田康弘³⁾
 1) 三重大学 2) 筑波大学 3) 日本女子体育大学 4) 福岡大学 5) 北九州市立高校
 6) 日本オリンピック委員会

はじめに

高校生のトップレベルの長距離選手を対象とした体力測定およびフィードバックのための測定合宿を2009年度から実施してきている。野口純正氏によると、2010年に男子5000メートルで14分以内の選手数はケニア136名、エチオピア28名に対して日本は153名であり、このことから長距離の選手層は世界一といえそうである。2012年度では5000mで13分台を記録した男子高校生は9名のほり、2012年度までの高校歴代でも45名が13分台を記録している。我が国の高校長距離界のトップレベルの選手は同年代での世界トップレベルにあるといえ、こうしたレベルの選手達の体力レベルを把握し、さらに縦断的に追跡していくことは、競技成績との関連性やジュニア期およびその後のトレーニングの在り方を検討する上で貴重な資料となることが考えられる。そこで、これまでの4年間の結果をまとめることとした。まずは、平均値の提示と測定値の概観を目的とするため、主なデータの提示を行うことを目的とした。

測定方法

対象者は、表1に示すとおり、体力測定（アスリートチェック）に参加した選手は、4年間で合計74名（男子38名、女子36名）となった。対象者のレベルは、男子が1500mを3分40秒台、5000m13分台、10000m28分台、女子は1500mを4分10秒台、3000m9分10秒以内、5000m15分台の記録（あるいは限りなく近い記録）を有する者ばかりであり、いずれも高校トップレベルの長距離選手であるといえる。

測定時に16歳と17歳だった選手は、便宜上16-17歳としてまとめ、測定時に18歳だった選手は、18歳としてまとめて処理を行った。測定は、2009年度は、2010年2月15日から17日、2010年度は、2011年2月14日～16日、2011年度は、2012年2月13日～14日、2012年度は2013年2月12日～13日にて行った。いずれも千葉国際クロスカントリー大会直後に国立スポーツ科学センターにて合宿スタイルで実施した。

表1 アスリートチェックにおける陸上競技長距離ジュニア測定対象者

	2010年		2011年		2012年		2013年		4年分	
	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子	男子	女子
16-17歳	3	4	5	6	3	6	1	2	12	18
18歳	7	5	6	3	7	4	6	6	26	18
合計	10	9	11	9	10	10	7	8	38	36

測定項目は、表2に示すとおりである。メディカル、フィットネスおよびスキルの観点から詳細にそれぞれの測定を行った。有酸素性を診るトレッドミルを用いた最大下速度の走行（乳酸カーブテスト）では、ほぼ毎年、走速度等にアレンジを加えて行った。これは、測定による危険性の回避や測定結果の信頼性、妥当性を考慮したためである。

2009年度の方法は、3分走行、1分休息を1ステージとして5ステージとし、走速度は、男子が240、270、300、330、360 m/min、女子が210、240、270、300、330 m/minとした。2010年度は、以下のように変更して実施した。3分走行、1分休息を1ステージとして疲労困憊まで実施した。走速度は、男子が250、280、310、340、370、400 m/min、女子が240、260、280、300、320、340 m/min。2011年度は4分走行、2分休息として以下の5ステージとした。走速度は、男子が260、290、320、350、380 m/min、女子が250、270、290、310、330 m/min。さらに、2012年度の測定では、これをさらに変更して以下のとおりで実施した。4分走行、1分休息を1ステージとして最高5ステージ実施。走速度は、男子が270、300、330、360、390 m/min、女子が260、280、300、320、340 m/min。

全ての測定は、国立スポーツ科学センターの施設において、当センターのスタッフ、器材・装置を用いて行われたものである。

結果

形態、等速性筋力、乳酸カーブテスト及び運動能力（ジャンプ能力、メディスンボール投げ）の各測定項目の平均値を表3、表4に示した。対象者数は男子16-17歳が12名、18歳は26名、女子の16-17歳が18名、18歳は18名であるが、測定項目によっては実施できなかった者もいたため、各項目でn数が異なっている。

乳酸カーブテストは、各年度で走行速度、走行時間、休息時間が異なるため、2mmolや4mmol時の走速度の結果の取り扱いには注意が必要である。本稿では、第一報としてこれまでの測定内容や方法、測定結果の記録をまとめることに重きを置いたため、形態、筋力、呼吸循環系機能および運動能力についての詳細な考察、解説については、今後に行うこととしたい。図1～4には、乳酸カーブテスト時の体重あたり酸素摂取量、血中乳酸濃度、心拍数および主観的運動強度の全対象者の推移を示した。特に特筆されるのは、男子では、体重あたり酸素摂取量が、80mlを超える者が16-17歳、18歳で複数みられ、同じく女子で70mlを超える者が複数みられたことである。乳酸カーブテストは、最大下での短時間での走行であるため、この測定時には最大酸素摂取量は出現していない可能性があると考えられる。実際の最大酸素摂取量は成人選手のレベルと同等か

表2. アスリートチェック（陸上競技長距離ジュニア）実施項目一覧（2012年度）

分野	分類	測定項目	測定機器	測定・フィードバック内容	プロトコル・コメント等	測定場所	
メディカル	診察	内科、整形外科、歯科			派遣前チェック項目	クリニック	
	検査	血液・尿、心電図、胸部X線、視力			派遣前チェック項目	クリニック	
	整形外科的チェック	アライメント、関節弛緩性、タイトネス			派遣前チェック項目	クリニック	
フィットネス	形態計測	身長	身長体重計	身長		クリニックor体力科学実験室	
		形態計測	BLS	上腕囲、前腕囲、大腿囲、下腿囲、臍位、殿囲、上肢長、下肢長	派遣前チェック項目	体力科学実験室	
		身体組成	BODPOD	体脂肪率、除脂肪体重	派遣前チェック項目	体力科学実験室	
		筋形態	MRI	筋横断面積	大腿部(右脚)、体幹	MRI室	
	筋力	等速性膝伸屈屈曲筋力	Biodex	最大トルク(左右)	180deg/s×3回→60deg/s×2回(標準プロトコル)	体力科学実験室	
		ジャンプ能力	反動ジャンプ	マットスイッチ	跳躍高	腕振りなし	バイメカハード室
			リバウンドジャンプ	マットスイッチ	RJ index、接地時間、跳躍高	腕振りなし	バイメカハード室
		立五段跳	メジャー	跳躍距離		NTC陸上競技場	
	投能力	メディスンボール投げ	リボンロッド	投てき距離	前方投げ・後方投げ 男子4kg、女子3kg	NTC陸上競技場	
	有酸素性能力	乳酸カーブテスト	トレッドミル、Vmax、LactatePro、テレメーター	各ステージの体重あたり酸素摂取量(最後1分間の平均)、心拍数、血中乳酸濃度、RPE 2mM、4mM時の走速度	4分走行、1分休息を1ステージとして最高5ステージ実施。 走速度： 男子 270,300,330,360,390m/min 女子 260,280,300,320,340m/min	運動前、休息中および運動終了後に指先より採血。 運動終了直後、3分後、5分後に乳酸を測定。3分後に値が低下していたら、5分後は省略。	生理学実験室
スキル	走動作	走動作分析	VICON			陸上実験場	

表 3. 高校生長距離トップレベル (男子) 選手の形態および体力測定 of 平均値

男子			16-17歳(n=12)					18歳(n=26)						
			平均	標準偏差	最大値	最小値	n	平均	標準偏差	最大値	最小値	n		
			M	SD	max	min		M	SD	max	min			
形態	基本的体格	身長 [cm]	169.9	4.2	175.8	161.8	12	169.7	4.7	177.9	161.8	26		
		体重 [kg]	54.6	4.8	60.9	46.4	12	54.7	3.6	61.2	49.0	26		
	形態計測 (ボディラインスキャナ)	上腕圍 (60%部位) [cm]	右	22.7	1.2	24.4	20.3	12	22.8	1.1	24.3	20.6	25	
			左	22.9	1.2	24.5	20.4	12	22.9	1.1	24.4	20.5	25	
		前腕圍 (30%部位) [cm]	右	20.9	1.2	22.8	18.5	12	21.3	1.0	23.0	19.4	25	
			左	21.1	1.1	22.6	19.1	12	21.2	0.9	22.7	19.5	25	
		大腿圍 (50%部位) [cm]	右	46.3	2.3	49.3	42.5	12	46.1	1.9	48.8	42.6	25	
			左	46.3	2.3	49.4	42.6	12	46.2	1.8	49.9	43.3	25	
		下腿圍 (30%部位) [cm]	右	34.3	1.7	36.3	30.7	12	34.5	1.3	36.8	32.6	25	
			左	34.6	1.6	36.9	31.5	12	34.6	1.4	37.0	32.6	25	
		脛位腹圍 [cm]		70.4	2.6	74.6	66.5	12	70.9	2.5	76.4	66.3	25	
		股圍 [cm]		86.2	2.9	90.6	81.0	12	86.1	2.1	92.6	82.5	25	
		上肢長 [cm]	右	72.3	2.6	76.1	66.9	12	71.4	2.2	75.7	66.1	25	
			左	71.5	2.6	75.4	67.1	12	70.8	2.4	76.3	65.0	25	
下肢長 [cm]	右	86.0	3.5	92.1	79.0	12	85.4	3.8	91.7	77.7	25			
	左	86.3	3.4	92.0	79.7	12	85.4	3.8	91.3	78.2	25			
体脂肪率・空気置換法 (BODPOD)	体脂肪率 [%]		9.4	2.4	11.9	5.6	9	10.1	3.1	16.8	5.0	17		
	除脂肪体重 [kg]		50.7	4.3	56.6	44.4	9	49.6	3.2	56.9	43.7	19		
機能	等速性筋力発揮 (Biodex) 膝関節60deg/s	伸展 [Nm]	右	142.8	28.1	183.0	96.0	11	141.7	28.6	188.0	72.0	25	
			左	153.9	29.0	206.0	108.0	11	142.8	27.1	200.0	92.0	26	
		屈曲 [Nm]	右	78.8	18.2	97.0	40.0	11	75.4	13.5	93.0	45.0	25	
			左	76.7	18.0	95.0	30.0	11	72.2	17.7	118.0	36.0	26	
		伸展/体重 [Nm/kg]	右	2.6	0.4	3.2	1.9	8	2.6	0.5	3.3	1.7	18	
			左	2.9	0.5	3.6	2.3	8	2.6	0.4	3.2	1.8	19	
		屈曲/体重 [Nm/kg]	右	1.4	0.3	1.7	0.8	8	1.3	0.3	1.8	0.8	18	
			左	1.3	0.3	1.6	0.6	8	1.3	0.3	2.1	0.6	19	
		左/右比 [%]	伸展	109.1	16.3	131.0	86.0	11	101.9	15.1	128.0	77.0	25	
			屈曲	97.7	15.2	135.0	75.0	11	93.3	11.8	117.0	74.0	25	
		屈/伸比 [%]	右	55.2	9.2	76.0	42.0	11	54.2	9.0	83.0	43.0	25	
			左	50.4	11.9	72.0	24.0	11	50.8	9.3	72.0	29.0	26	
		膝関節180deg/s	伸展 [Nm]	右	98.5	16.4	119.0	72.0	11	97.7	13.2	127.0	74.0	25
				左	101.8	18.7	138.0	77.0	11	100.6	13.2	135.0	85.0	26
	屈曲 [Nm]		右	57.9	12.8	74.0	33.0	11	56.7	8.2	73.0	37.0	25	
			左	57.5	11.6	74.0	36.0	11	52.4	8.2	67.0	33.0	26	
	伸展/体重 [Nm/kg]		右	1.79	0.23	2.20	1.44	8	1.78	0.21	2.30	1.40	18	
			左	1.89	0.35	2.60	1.59	8	1.80	0.19	2.20	1.40	19	
	屈曲/体重 [Nm/kg]		右	0.96	0.23	1.40	0.66	8	1.00	0.16	1.30	0.65	18	
			左	1.00	0.22	1.30	0.70	8	0.92	0.15	1.20	0.60	19	
	左/右比 [%]		伸展	104.3	15.0	136.0	88.0	11	103.6	11.8	133.0	86.0	25	
			屈曲	100.4	11.2	123.0	83.0	11	92.5	13.4	130.0	58.0	25	
	屈/伸比 [%]	右	59.5	13.4	82.0	35.0	11	58.5	9.4	78.0	42.0	25		
		左	57.3	11.2	79.0	37.0	11	52.4	7.6	72.0	39.0	26		
	乳酸カーブテスト	2mmol/l時	走速度 [m/min]	308.0	12.2	326.0	286.0	11	308.5	13.2	333.0	280.0	24	
			心拍数 [bpm]	174.3	7.1	183.0	168.0	4	171.1	6.8	180.0	159.0	11	
		4mmol/l時	主観的運動強度 [なし]	11.3	2.4	13.0	8.0	4	11.0	1.9	14.0	7.0	11	
			走速度 [m/min]	337.9	13.1	352.0	320.0	10	339.3	10.3	360.0	320.0	24	
		心拍数 [bpm]	右	186.3	7.8	196.0	179.0	4	183.0	6.3	191.0	171.0	11	
			左	12.5	2.5	15.0	9.0	4	11.9	2.6	16.0	7.0	11	
		ピーク値	酸素摂取量 [l/min]	4.299	0.440	4.880	3.690	11	4.086	0.362	4.660	3.440	24	
			酸素摂取量/体重 [ml/kg/min]	78.27	4.99	86.30	66.30	11	74.93	4.96	84.50	65.90	24	
			換気量 [l/min]	142.0	16.3	169.5	119.3	7	135.0	19.5	160.9	106.1	11	
			心拍数 [beat/min]	193.0	6.6	204.0	183.0	11	192.8	5.8	203.0	176.0	24	
	血中乳酸濃度 [mmol/l]		7.2	2.0	10.8	3.9	11	7.7	2.1	12.3	4.2	24		
	主観的運動強度		16.1	3.2	20.0	10.0	11	15.8	2.4	19.0	9.0	24		
	運動能力	垂直ジャンプ	垂直跳び・腕振り有り [cm]											
			垂直跳び・腕振り無し [cm]	33.9	4.6	42.6	26.5	11	34.5	4.8	46.8	27.5	26	
			垂直跳び・腕振り反動無し [cm]											
		リバウンドジャンプ	跳躍高 [cm]	33.0	3.9	39.0	26.1	11	33.5	3.8	39.5	26.6	26	
			接地時間 [msec]	150.7	13.6	175.0	133.0	11	154.0	13.5	188.0	135.0	26	
		腕振り無し	RJ Index [なし]	2.219	0.393	2.715	1.634	11	2.192	0.329	2.845	1.618	26	
立ち幅跳び [m]														
立ち5段跳び [m]	11.5	1.0	13.1	10.3	8	11.1	0.7	12.9	9.4	18				
メディシンボール投げ	両手下手投げ (4kg) [m]	前方	8.7	1.0	10.3	6.9	8	8.5	0.8	9.7	6.7	19		
		後方	8.2	1.4	10.0	5.9	8	7.6	1.0	9.1	6.0	19		

それ以上のかかなり高い値になることが推察され、優れた呼吸循環機能を有していることがうかがえる。今後もこうした測定を継続実施しながら、高校トップレベルの長距離選手の特徴を詳細に検討するとともに、体力と競技力の関係性やトレーニングとの関連性などについて、縦断的に検討を加えていきたいと考えている。

謝辞

本測定を行うに当たり、国立スポーツ科学センターの鈴木康弘研究員をはじめ、多くのスタッフの皆様大変お世話になりました。記して感謝の意を表します。

表4. 高校生長距離トップレベル(女子)選手の形態および体力測定 of 平均値

女子			16-17歳(n=18)					18歳(n=18)					
			平均 M	標準偏差 SD	最大値 max	最小値 min	n	平均 M	標準偏差 SD	最大値 max	最小値 min	n	
形態	基本的体格	身長 [cm]	156.8	4.1	162.7	150.7	18	157.5	3.9	167.7	150.6	18	
		体重 [kg]	41.9	4.5	48.2	32.2	18	43.7	3.6	49.8	32.9	18	
	形態計測(ボディラインスキャナ)	上腕圍(60%部位) [cm]	右	19.8	1.3	22.2	17.5	17	20.2	1.4	21.9	17.2	17
			左	20.1	1.3	22.2	17.4	17	20.7	1.5	22.5	17.3	17
		前腕圍(30%部位) [cm]	右	17.7	1.1	19.7	15.5	17	18.2	1.0	19.8	15.4	17
			左	18.1	1.2	19.8	15.5	17	18.6	1.0	19.8	15.6	17
		大腿圍(50%部位) [cm]	右	42.5	2.3	45.4	36.4	17	43.1	1.8	45.8	38.4	17
			左	42.4	2.5	45.7	36.5	17	42.9	1.8	45.8	38.2	17
		下腿圍(30%部位) [cm]	右	31.6	2.0	34.7	27.7	17	31.6	1.5	34.0	27.5	17
			左	32.0	1.9	35.1	28.0	17	32.0	1.6	35.1	28.0	17
		臍位腹圍 [cm]		65.5	3.6	72.5	56.8	17	65.7	2.9	71.3	59.8	17
		殿圍 [cm]		82.1	3.9	89.3	75.4	17	82.6	2.4	86.0	75.7	17
		上肢長 [cm]	右	66.2	2.4	70.0	62.6	17	66.5	2.1	70.3	62.4	17
			左	65.3	2.6	69.4	61.3	17	65.5	1.9	68.3	61.6	17
下肢長 [cm]	右	79.0	2.9	83.3	74.7	17	79.1	2.6	84.1	73.1	17		
	左	78.7	2.5	82.6	75.9	17	78.8	2.4	82.4	73.3	17		
体脂肪率・空気置換法(BODPOD)	体脂肪率 [%]	8.2	2.3	12.2	5.0	14	13.6	3.5	21.4	9.2	13		
	除脂肪体重 [kg]	38.2	3.8	44.4	31.4	14	37.1	3.0	40.6	28.9	13		
機能	等速性筋力発揮(Biodex) 膝関節60deg/s	伸展 [Nm]	右	99.2	23.2	132.0	46.0	18	104.2	15.2	131.0	76.0	18
			左	104.6	19.2	133.0	56.0	17	104.8	14.4	138.0	77.0	18
		屈曲 [Nm]	右	50.0	11.7	62.0	19.0	18	49.8	8.4	63.0	37.0	18
			左	50.7	11.2	64.0	21.0	17	49.0	8.6	61.0	33.0	18
		伸展/体重 [Nm/kg]	右	2.4	0.4	2.9	1.3	14	2.3	0.2	2.8	2.0	13
			左	2.5	0.3	2.8	1.5	13	2.3	0.2	2.6	2.0	13
		屈曲/体重 [Nm/kg]	右	1.2	0.2	1.5	0.5	14	1.1	0.2	1.5	0.9	13
			左	1.2	0.2	1.5	0.6	13	1.1	0.2	1.4	0.8	13
		左/右比 [%]	伸展	104.2	8.9	122.0	87.0	17	100.8	8.0	118.0	89.0	18
			屈曲	101.4	12.5	135.0	82.0	17	98.7	12.2	128.0	82.0	18
		屈/伸比 [%]	右	50.7	7.8	68.4	34.0	18	48.1	7.2	63.0	40.0	18
			左	48.2	6.1	59.0	36.0	17	47.2	7.5	58.0	30.0	18
	膝関節180deg/s	伸展 [Nm]	右	63.8	10.6	80.0	39.0	18	65.6	9.8	84.0	43.0	18
			左	67.1	9.2	85.0	47.0	17	64.9	8.5	84.0	46.0	18
		屈曲 [Nm]	右	34.7	7.3	45.0	18.0	18	33.7	5.6	44.0	24.0	18
			左	33.5	7.7	45.0	17.0	17	33.1	7.5	48.0	14.0	18
		伸展/体重 [Nm/kg]	右	1.49	0.20	1.77	1.06	14	1.46	0.14	1.72	1.30	13
			左	1.55	0.13	1.71	1.30	13	1.45	0.12	1.61	1.20	13
		屈曲/体重 [Nm/kg]	右	0.85	0.16	1.10	0.49	14	0.74	0.14	1.00	0.60	13
			左	0.81	0.18	1.00	0.46	13	0.71	0.18	0.90	0.30	13
		左/右比 [%]	伸展	104.4	10.7	131.0	90.0	17	99.6	7.0	110.0	88.0	18
			屈曲	95.9	11.8	115.0	71.0	17	99.1	21.0	138.0	50.0	18
		屈/伸比 [%]	右	54.4	8.1	68.0	38.0	18	52.1	10.2	72.0	39.0	18
			左	50.1	10.1	68.0	33.0	17	51.4	11.8	73.0	25.0	18
乳酸カーブテスト	2mmol/l時	走速度[m/min]	283.1	14.1	310.0	258.0	15	284.1	18.0	320.0	243.0	14	
		心拍数 [bpm]	169.8	11.0	184.0	154.0	6	170.8	7.8	183.0	161.0	6	
		主観的運動強度 [なし]	12.8	1.8	15.0	11.0	6	12.3	3.1	16.0	7.0	6	
	4mmol/l時	走速度[m/min]	298.1	20.0	330.0	240.0	15	303.8	14.5	335.0	283.0	15	
		心拍数 [bpm]	180.2	11.9	195.0	163.0	6	180.1	10.0	195.0	168.0	7	
		主観的運動強度 [なし]	15.5	1.2	17.0	14.0	6	14.4	2.1	17.0	12.0	7	
	ピーク値	酸素摂取量 [l/min]	2.823	0.355	3.380	2.180	16	2.960	0.296	3.420	2.280	15	
		酸素摂取量/体重 [ml/kg/min]	68.60	8.97	86.10	48.70	16	67.94	5.74	75.50	57.30	15	
		換気量 [l/min]	97.2	11.1	119.0	82.3	10	90.2	9.1	101.5	74.1	6	
		心拍数 [beat/min]	191.9	10.2	207.0	175.0	16	188.5	7.4	200.0	175.0	15	
		血中乳酸濃度 [mmol/l]	9.0	2.7	14.3	3.5	16	8.3	2.9	12.7	4.7	15	
		主観的運動強度	16.9	1.4	19.0	14.0	16	17.3	1.4	19.0	15.0	15	
運動能力	垂直ジャンプ	垂直跳び・腕振り有り [cm]											
		垂直跳び・腕振り無し [cm]	26.7	2.8	31.3	21.8	18	26.7	3.1	34.7	21.2	16	
		垂直跳び・腕振り反動無し [cm]											
	リバウンドジャンプ 腕振り無し	跳躍高 [cm]	27.4	5.5	36.5	15.2	18	26.8	2.7	32.4	23.5	16	
		接地時間 [msec]	159.2	19.6	215.0	135.0	18	158.3	17.1	200.0	139.0	16	
	RJ Index [なし]	1.747	0.401	2.451	0.904	18	1.707	0.207	2.081	1.336	16		
	水平ジャンプ	立ち幅跳び [m]											
		立ち5段跳び [m]	9.0	0.5	9.7	8.3	14	8.9	0.7	10.0	7.8	11	
メディシンボール投げ	両手下手投げ(3kg) [m]	前方	5.7	1.1	7.6	3.4	14	6.0	0.8	6.9	4.6	13	
	後方	5.1	0.8	7.0	4.0	14	5.8	1.2	8.0	3.7	13		

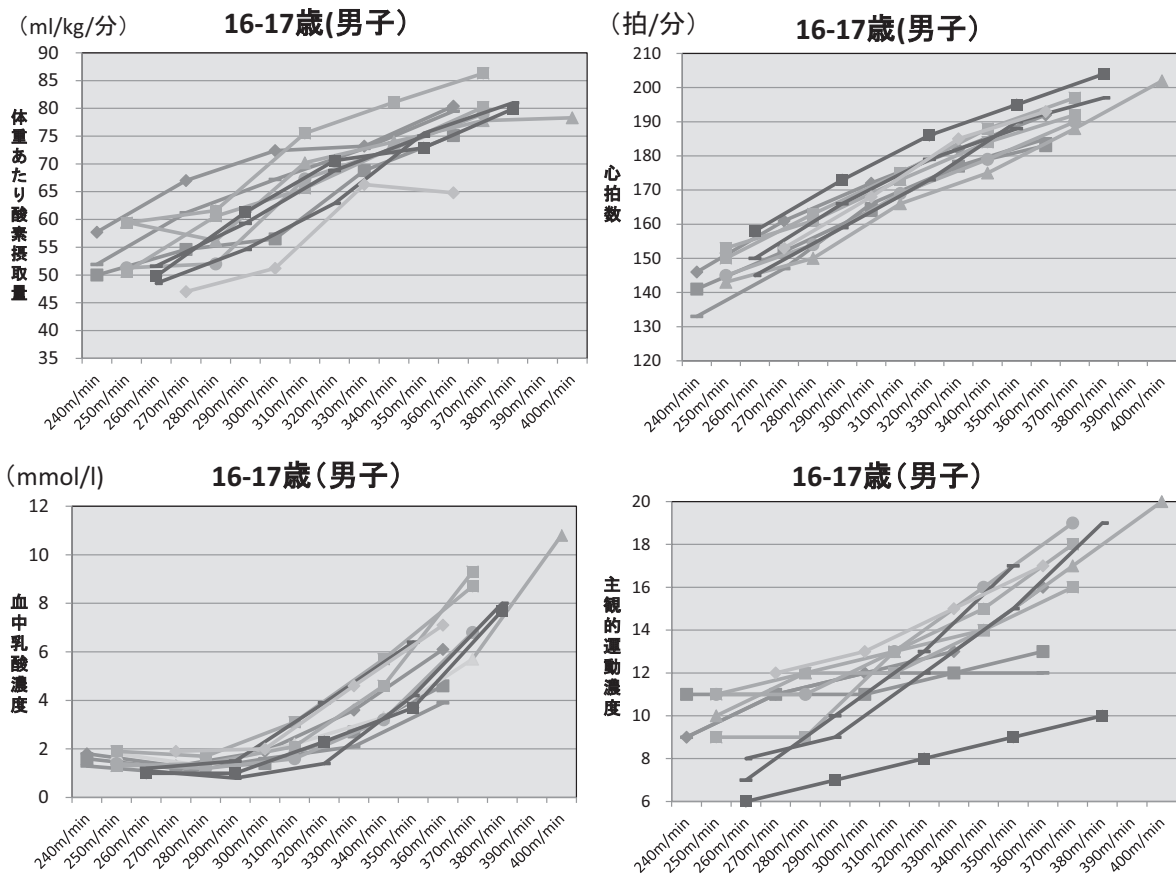


図1 最大下速度における血中乳酸濃度、酸素摂取量、心拍数及びRPEの推移（男子16-17歳）

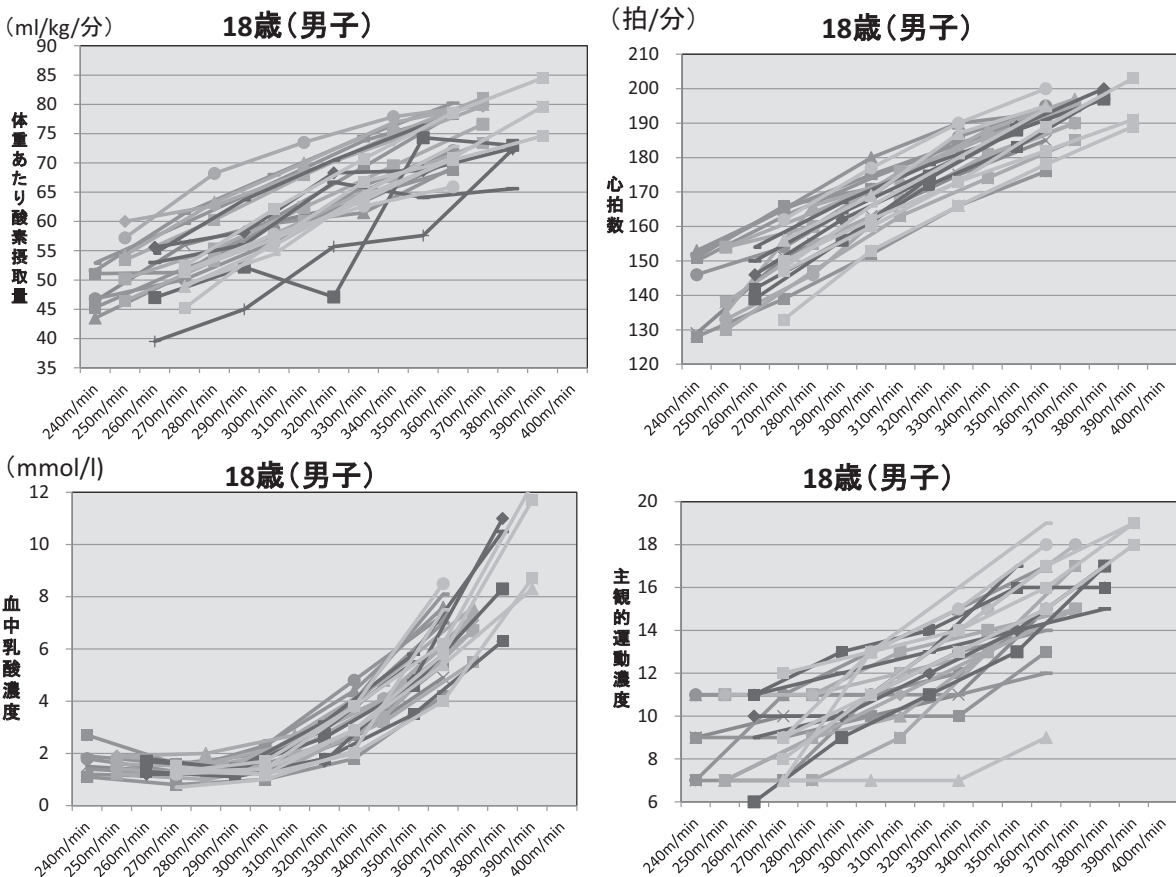


図2 最大下速度における血中乳酸濃度、酸素摂取量、心拍数及びRPEの推移（男子18歳）

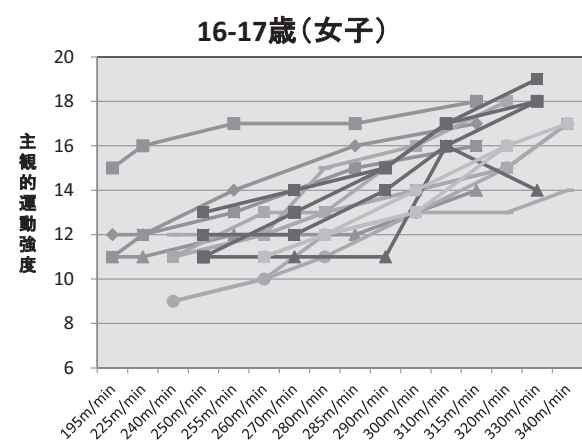
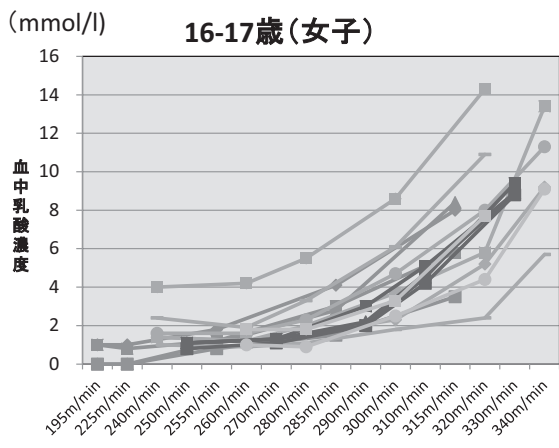
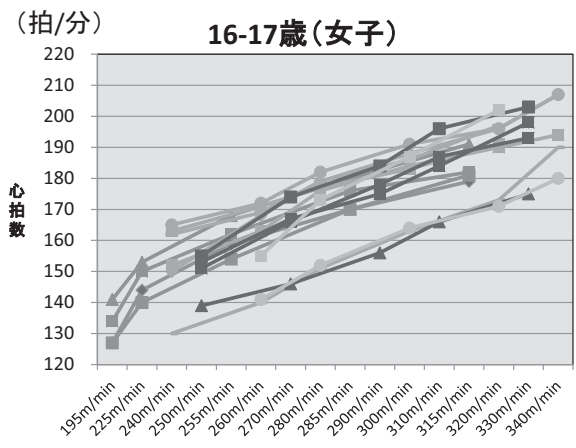
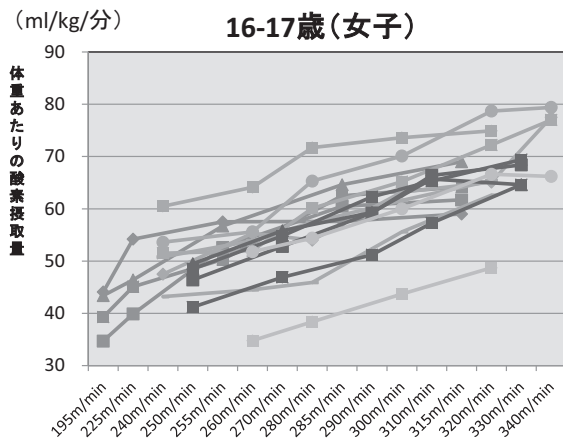


図3 最大下速度における血中乳酸濃度、酸素摂取量、心拍数及びRPEの推移 (女子16-17歳)

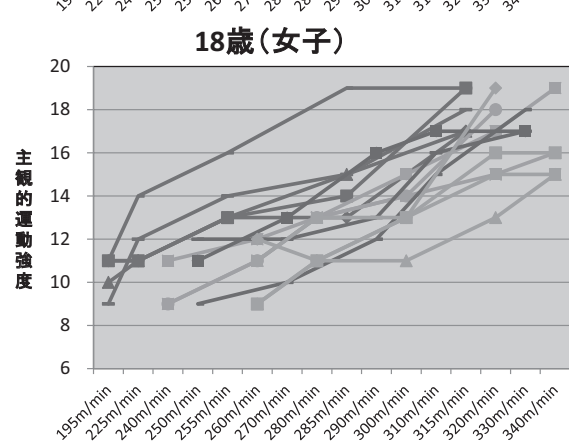
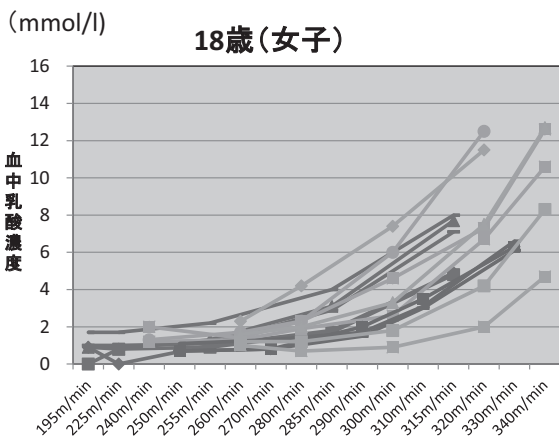
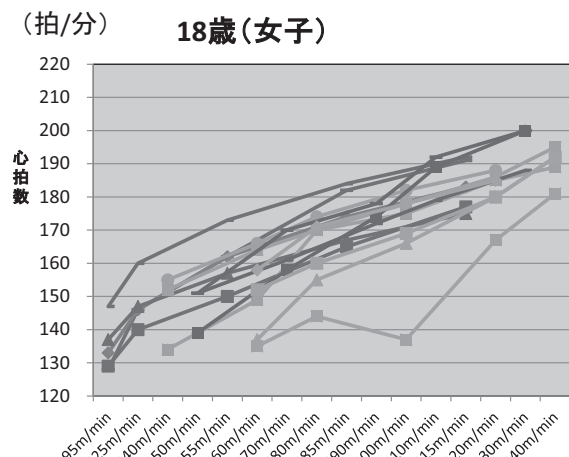
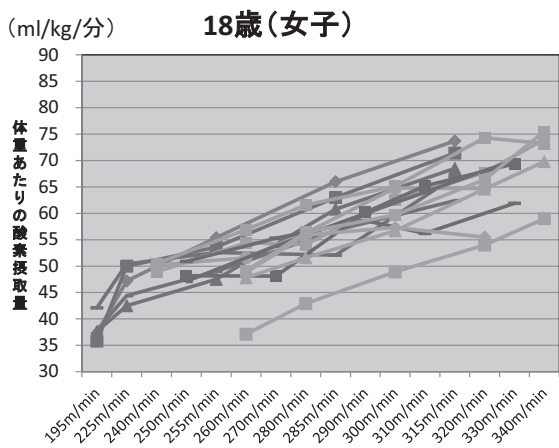


図4 最大下速度における血中乳酸濃度、酸素摂取量、心拍数及びRPEの推移 (女子18歳)