

## 衝突回避行動指標（接触生起率）と新体力テスト項目及び「けが」との関連

宮本 邦彦<sup>1)\*</sup>、名村 靖子<sup>1)</sup>、東根 祐子<sup>1)</sup>、中島 英洋<sup>1)</sup>、  
白石 龍生<sup>2)</sup>、宮井 信行<sup>3)</sup>、森岡 郁晴<sup>3)</sup>、宮下 和久<sup>4)</sup>

大阪青山大学 健康栄養学部<sup>1)</sup>、大阪教育大学<sup>2)</sup>、  
和歌山県立医科大学 保健看護学部<sup>3)</sup>、和歌山県立医科大学 医学部<sup>4)</sup>

### Relationship of the collision avoidance action index (contact occurrence rate) to new physical fitness test items and "injury"

Kunihiko MIYAMOTO<sup>1)</sup>, Yasuko NAMURA<sup>1)</sup>, Yuko HIGASHINE<sup>1)</sup>, Hidehiro NAKAJIMA<sup>1)</sup>,  
Tatsuo SHIRAIISHI<sup>2)</sup>, Nobuyuki MIYAI<sup>3)</sup>, Ikuharu MORIOKA<sup>3)</sup>, Kazuhisa MIYASHITA<sup>4)</sup>

Department of Health and Nutrition, Osaka Aoyama University<sup>1)</sup>

Osaka Kyoiku University<sup>2)</sup>

School of Health and Nursing Science, Wakayama Medical University<sup>3)</sup>

School of Medicine, Wakayama Medical University<sup>4)</sup>

**Summary** The device which reproduced the collision scene with the rolling ball to clarify the cause of the collision of the child was developed. This device was able to measure indexes such as a contact occurrence rate, the highest evasion limit speed.

In addition, it was revealed that these indexes formed individual difference by sex differences, aging, a lifestyle.

It was reported the influence that the outbreak frequency of "the injury" and degree of the physical strength gave to ability for collision avoidance (contact occurrence rate) here.

The collision avoidance action measurement and writing by oneself-style questionnaire survey on "the injury" were performed with 45 third graders and 50 fifth graders of an elementary school in Osaka Japan in June, 2014. Elementary school oneself performed the new fitness test that Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology established. The relationship of the collision avoidance action's indicator (contact occurrence rate) to the kinds and outbreak situations of the injury and the results of physical fitness test were analyzed. The contact occurrence rate on "the injury" was higher in the experienced group of bruise and the group which was hurt by falling down than in the inexperienced group. On physical fitness tests those contact occurrence rate were significantly related to the 20-meter shuttle run, 50-meter running, standing broad jump and softball throwing among fifth graders. However, such relationship was not obtained among third graders. It was suggested that the contact occurrence rate is related to the kind of injury (bruise) and the outbreak situation of injury(hurt by falling down) and that it is also related to the ability to run, instantaneous force, jumping power and at the same time control skilled instantaneous force.

**Keywords:** Contact occurrence rate, Collision avoidance action, Injury, New fitness test, Child  
接触生起率、衝突回避行動、けが、新体力テスト、子ども

### はじめに

我々は衝突回避行動に類似した状況を接近するボールによって再現し、繰り返し観察測定できる回避行動観察測定装置を製作した。この装置を使って保育園児、幼稚園児、小学生を中心に基礎的な実験とフィールド

調査を実施してきた<sup>1,2)</sup>。その結果、本装置は安全に回避行動が観察測定でき、回避行動を解析する指標として接触生起率、回避限界速度、平均反応時間、最短反応時間が測定できることが判った。接触生起率（回避に失敗する程度）と回避限界速度（回避に成功したボール速度の上限速度）は共に接近するボールの回避能力

を、平均反応時間は被検者の回避行動の習性（安全確保のために回避行動を早めに行うのか、きわどく行うのか）の違いを、最短反応時間は実現できた最も良い回避行動の状況を表している。

これまでの調査により、接触生起率と回避限界速度は幼児期から学童期では加齢により向上することや性差が認められること、また個人差があることを明らかにした<sup>3,4)</sup>。同性同年齢の保育園児や幼稚園児の接触生起率や回避限界速度は活動的な生活習慣によって高められることも判った。このことは園児が様々な経験を通じ、判断力や空間認識力を向上させるとともに総合的な運動能力を向上させるためと推測された<sup>2)</sup>。しかし加齢と共に向上する身長や体重の変化は接触生起率や回避限界速度との相関関係は見られなかった<sup>5)</sup>。

今回は、加齢と共に発達する運動能力との関係を検討するために、小学校で文部科学省が毎年実施している新体力テスト（20mシャトルラン、50m走、握力、立ち幅跳び、ソフトボール投げ、上体起こし、反復横跳び、長座体前屈）の測定結果を用い、接触生起率との関連性を分析した。また「けが」は幾つもの原因が重なり起きると考えられている<sup>8)</sup>ことから衝突回避行動と「けが」との関連を検討するには、「けが」の種類だけではなく「けが」の発生状況を聞き取ることでより衝突回避能力と関連する要因の解析に迫れると考えられた。そこで、「けが」に関する調査では質問肢に「けが」の発生状況を加えて行うことにした。また衝突回避能力は加齢や他の生活要因によって変化するため、衝突回避行動の測定日に近い方がその能力を反映していると思われることから、これまでの質問では「けが」の経験を調査実施日までの記憶にあるものとしていたが、「けが」の経験期間を測定日から1年前までとして調査した。

## 方 法

### 1 調査対象者と調査日

調査対象校は大阪府下のK小学校で、対象者は3年生48名と5年生52名であった。このうち、調査の参加者は、3年生45名(参加率94%)と5年生50名(参加率96%)であった(表1)。K小学校は工場と住宅が混在する地域に位置し、1年から6年生の生徒数が300人程度の比較的小さな学校である。児童は運動や勉学に励んでいるが、特筆する運動や文化活動はしていない。本調査は平成25年6月に実施された。

表1 学年別性別調査対象者数と参加者数

	対象数	欠席	参加者
3年男子	24	2	22
3年女子	24	1	23
5年男子	28	1	27
5年女子	24	1	23
計	100	5	95

### 2 衝突回避行動観察測定装置と測定方法

衝突回避行動観察測定装置は、著者らが開発した高速対応型衝突回避行動観察測定装置<sup>3)</sup>を用いた。本装置は、モータによってベルトを回転させ、直径65cmのバランスボールを発射する。コンピュータによってモータの回転速度を制御することにより、バランスボールの発射速度を制御している。被験者は感圧マット上に液晶ゴーグル（液晶によって目隠し状態と開放状態が設定できる）を着けて立つ。ボールが2m先に達した時に液晶ゴーグルは開放され、ボールが接近してくることを認知し、衝突回避行動をとることができる。この時の回避行動はDVDに録画するとともに回避行動に関する情報（ボール速度、被検者の回避行動時間）をセンサーによって収集する。

ボール速度を2.2m/秒から段階的に0.3m/秒毎に増加し、6.7m/秒まで上昇させた。回避に失敗した場合は同じ速度を繰り返した。同じ速度で2回連続して失敗した時は、その後の試行は全て失敗するものとし、試行は停止した。接触生起率は15回試行中のボールに接触した割合で表した。

### 3 新体力テスト測定法

調査対象校が平成25年6月に文部科学省の新体力テスト測定法<sup>6)</sup>に従い実施した結果から、3年生、5年生の結果を用いた。

### 4 「けが」に関する調査

生活活動アンケート調査は、衝突回避行動測定日に自記式で実施した。生活活動アンケート調査項目は、平成24年6月から平成25年6月までの1年間に経験した「けが」の種類（骨折、ねんざ、打撲、切り傷・擦り傷、やけど、その他）と「けが」を経験した時の状況（転んで、人や物にぶっかって、落ちて、刃物で、熱いものに触って、その他）等を用いた。

5 倫理的配慮

本調査は大阪青山大学倫理委員会の審査を受けている。また、調査は保護者と本人及び学校管理者から承認を受けた上で実施した。

6 解析方法

平均値の比較にはt検定を相関関係にはSpearmanの相関係数を用いた。統計的有意確率は5%未満とした。

結 果

1 衝突回避行動の測定結果

学年別性別の衝突回避行動指標（接触生起率、回避限界速度）の平均値、標準偏差を表2に示した。男子の接触生起率平均値（3年生0.74と5年生0.64）と回避限界速度平均値（3年生3.8と5年生4.3）は有意に向上していた。女子では有意な向上が見られなかった。また同学年の性別比較では接触生起率平均値（5年生男子は0.64と女子0.78）と回避限界速度平均値（5年生男子は4.3と女子3.5）で男子は女子比べ接触生起率は有意に低く、回避限界速度は有意に高かった。しかし3年生の男女には両指標に有意差はみられなかった。また、これまで測定した他校の同性同学年の接触生起率と回避限界速度の各平均値とこの学校の平均値には有意な差はみられなかった。

表2 回避行動調査結果（接触生起率、回避限界速度）の平均値と標準偏差

		接触生起率		回避限界速度(m/秒)	
3年生	男	平均値	0.74	3.82	*
	(22名)	STDV	0.13	0.66	
	女	平均値	0.71	3.74	
	(23名)	STDV	0.19	0.88	
5年生	男	平均値	0.64	4.26	***
	(27名)	STDV	0.21	0.82	
	女	平均値	0.78	3.52	
	(23名)	STDV	0.14	0.78	

STDVは標準偏差を示す。\* p<0.05、\*\*\* p<0.01

2 新体力テストの測定結果

学年別性別新体力テスト測定結果の平均値と標準偏差を表3に示した。全国平均値7）と比べると3年男子では、「20mシャトルラン」、「反復横跳び」が全国平均値より有意に低く、「上体起こし」、「長座体前屈」は有意に高かった。3年女子と5年男子では、「反復横跳び」、「握力」が全国平均値より有意に低く、「50m走」は有意に高かった（遅かった）。5年女子では、「反復横跳び」、「立ち幅跳び」、「ソフトボール」が全国平均値より有意に低かった。性別学年別全国平均値と比べ有意に上回っていたのは4項目、下回ったのは9項目であった。また、同程度であったのに19項目であった。

表3 新体力テストの学年別性別結

	3年男子		3年女子		5年男子		5年女子	
	平均値	STDV	平均値	STDV	平均値	STDV	平均値	STDV
20mシャトルラン(回)	30***	11	24	10	51	18	37	12
反復横跳び(回)	32***	5	31***	5	34***	8	33***	4
50m走平均値(秒)	10	0	11*	2	10*	2	10	1
握力平均値(kg)	12	3	10***	2	15***	4	16	4
立ち幅跳び(cm)	139	14	126	18	148	29	135***	13
ソフトボール(m)	16	6	9	3	23	8	12***	3
上体起こし(回)	19***	3	17	5	21	6	19	4
長座体前屈(cm)	32*	6	35	7	31	9	39	7

STDV:標準偏差、\* p<0.05、\*\*\* p<0.01、全国平均値と比べ高い:  , 低い:

### 3 「けが」の状況

「けが」の発生件数は少ないため、学年男女を合わせて集計した。平成24年6月から平成25年6月までの1年間の「けが」に関する調査結果を表4に示した。「けが」の種類と発生状況の件数は同じ被検者が複数回の「けが」をした場合は、複数回答として数えた。同じ種類の「けが」を2度したものはいなかった。何らかの「けが」を経験した人は、回答者95名中73人(77%)で、「けが」の種類では、「切り傷・擦り傷」が最も多く(44%)、次いで「ねんざ」(21%)であった。どのような状況下で「けが」が起きたか(発生状況)をみると、「転んで」が最も多く(51%)、次いで「ぶつかって」(24%)であった。

表4 「けが」の種類と発生状況の件数

けがの種類	件数	%
骨折	4	4
ねんざ	20	21
打撲	16	16
切り傷・擦り傷	42	44
やけど	9	9
その他	7	7

発生状況	件数	%
転んで	48	52
ぶつかって	23	25
落ちて	9	10
刃物で	7	8
熱いものに触って	5	5

### 4 衝突回避行動指標(接触生起率)と新体力テストの測定結果の関連

接触生起率と新体力テストの測定結果の関連について学年別に検討した。図1には、5年生の20mシャトルランの測定結果との関係を示した。接触生起率が大きくなるにしたがって、20mシャトルランの総回数が減少する傾向が見られた。Spearmanの相関分析の結果、 $r = -0.43$ と有意な相関がみられた。その他の新体力テストの測定結果との相関係数を学年別に表5に示した。5年生では、20mシャトルラン、50m走、立ち幅跳び、ソフトボール投げに有意な相関がみられた。接触生起率が高くなるほど、20mシャトルランの総回数は減少し、50m走は遅くなり、立ち幅跳び、ソフトボール投げは短くなること示された。しかし、3年生では、有意な相関のある項目はなかった。

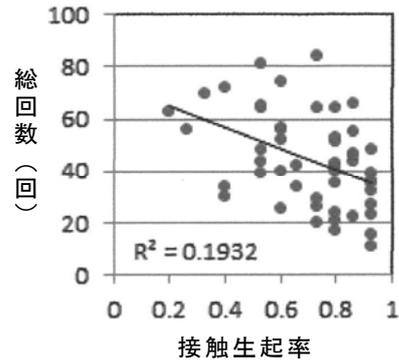


図1 接触生起率と20mシャトルランの結果との関係(5年生男女)

表5 接触生起率と新体力テストの測定結果の相関係数(Spearman相関係数)

	3年 (N=45)	5年 (N=50)
20mシャトル	-0.045	-0.431***
反復横飛び	-0.122	-0.123
50m走	0.000	0.529****
握力	-0.007	0.119
立ち幅跳び	-0.078	-0.319**
ソフトボール投げ	-0.221	-0.427***
上体起こし	-0.040	-0.228
長座体前屈	0.130	0.108

\*  $p < 0.05$ 、\*\*  $p < 0.01$ 、\*\*\*  $p < 0.001$

### 5 「けが」と衝突回避行動指標(接触生起)について

「けが」の種類別に「けが」の経験あり群と経験なし群で接触生起率を比較し、表6に示した。「打撲」の経験者は接触生起率が有意に高く、「切り傷・すり傷」の経験者は高い傾向があった。その他の「けが」では有意差はみられなかった。また、「けが」の発生状況と接触生起率を比較したところ、「落ちて」「けが」した者は接触生起率が有意に高かった。その他、「刃物による」「けが」は接触生起率が高い傾向があった。「熱いものに触れて」「けが」をした者は、接触生起率が低い傾向があった。(有意水準0.05~0.09の場合を高い傾向、低い傾向と表現した。)

表6 「けが」の種類と発生状況別接触生起率（平均値）

			件数	接触生起 率平均値	STD
けがの 種類	骨折	なし	88	0.71	0.17
		あり	4	0.77	0.16
	ねんざ	なし	72	0.71	0.18
		あり	20	0.7	0.15
	打撲	なし	76	0.68	0.18
		あり	16	0.78*	0.12
	切り傷・他	なし	42	0.69	0.18
		あり	50	0.78	0.17
やけど	なし	83	0.71	0.16	
	あり	9	0.64	0.24	
けがの 発生状況	ころんで	なし	40	0.71	0.18
		あり	48	0.74	0.17
	ぶつかって	なし	64	0.70	0.19
		あり	23	0.74	0.13
	落ちて	なし	87	0.70	0.18
		あり	8	0.83**	0.11
	刃物に	なし	85	0.70	0.17
	さわって	あり	7	0.83	0.12
	熱いものに	なし	87	0.57	0.16
	ふれて	あり	5	0.72	0.24

STD標準偏差、\* $p < 0.05$ 、接触生起率が高い傾向：接触生起率が有意に高い：

## 考 察

### 1 対象者について

回避行動指標は、他校の同学年接触生起率平均値（3年男子0.57、女子0.60、5年男子0.58、女子0.60）<sup>4)</sup>、回避限界速度（3年男子3.39、女子3.41、5年男子4.40、女子3.70）と比較し、有意差はなく、これまでの測定結果と変わらない小学校であると考えられた。

全国の新体力運動能力テストの年齢別男女別平均値<sup>7)</sup>と比較して有意に良好であった項目は3年生の3項目（男子の上体起こし、長座体前屈、女子の50m走）、5年生の1項目（男子の50m走）であった。全国平均値より有意に良くなかった項目は、3年の4項目（男子の20mシャトルラン、反復横跳びと女子の反復横跳び、握力）、5年生の5項目（男子の反復横跳び、握力、女子の反復横跳び、立ち幅跳び、ソフトボール投げ）であった。全国平均値と有意差がなかった項目は19項目（59%）であった。

本調査では1年以内の「けが」の経験者は、「けが」の種類では「ねんざ」20%、「切り傷・擦り傷」42%であり「けが」の発生状況では「転んで」52%、「ぶつかって」25%であった。

### 2 接触生起率と新体力テストの測定結果との関連について

新体力テスト項目のうち、20mシャトルランは全身持久力と走能力、反復横跳びは敏捷性、50m走は移動するスピードと走能力、握力は筋力、立ち幅跳びは瞬発力と跳躍能力、ソフトボール投げは巧緻性瞬発力と投球能力、上体起こしは筋持久力、長座体前屈は柔軟性を表している<sup>8)</sup>。5年生では、接触生起率は、全身持久力、走能力、移動するスピード、瞬発力、跳躍能力、巧緻性瞬発力と投球能力と関連があった。走能力や移動するスピード、瞬発力、跳躍能力は、接近するボールを回避するために必要な能力と考えられる。

接触生起率は、走能力や瞬発力、跳躍能力、ソフトボール投げの巧緻性瞬発力と関連していた。衝突回避行動には全身を使って効率よく動くための体幹や脚力の強さと空間認識力に加えて巧みにすばやく身体を動かす能力が必要であることを伺わせている。これらの能力は脳や神経の発達とも関係しているため脳や神経の発達も考慮しなければならない。今後は、巧緻性瞬発力や空間認知力との関連や全身持久力にも注目した調査が必要となる。一方、3年生においてはいずれの項目にも有意な相関が見られなかった。このことについて十分な説明が見いだせないが、接触生起率と新体力テストの各項目との相関性が確認できるには、ある程度の高い体力レベルが必要であることを示唆しているのかもしれない。

### 3 「けが」と接触生起率との関連について

本研究では、「打撲」と「落ちて」や「刃もの」での「けが」の経験者は接触生起率が高かった。行動科学によると事故の原因には、間接原因と直接原因がある。間接原因は、不安全行動や状態を形作っているもの（先天的または後天的な個人の欠陥や社会的環境等も含まれる）であり、直接原因は、不安全行動・状態（危ない行動や仕事のやり方及び危ない道具、機械、設備、配置などの状態）のことである。衝突回避能力（接触生起率）は間接原因の一つであり、この値が大きいことは衝突事故の発生確率を高めることは違いないことである。しかし、「けが」の発生はいくつかの直接原因や間接原因が重なって起きると考えられるため、事故

の状況によっては衝突回避能力が十分に発揮できないこともある。この結果からも「けが」の発生状況によっては衝突回避能力との関連が明確にならないことが示唆された。回避能力が十分発揮できない場合（回避能力との関連性が小さい場合）に「ころぶ」、「ぶつかる」があった。この事故の発生状況にはさらに詳しい状況の分類、例えば「ころぶ」の場合でも、障害物が突然現れた、足元に注意していなかった、ほかのことに気をとられていた、急いで走っていた等「けが」の発生状況を分類することによって回避能力が発揮できる場合とそうでない場合を明確にして「けが」の調査をする必要がある。また「けが」の種類と詳細な発生状況が把握できる方法を検討する必要もある。

### まとめ

大阪府下の小学3年生45名と5年生50名の衝突回避行動の調査をし、小学校が実施した新体力テストの結果及び「けが」の種類と「けが」の発生状況との関係について検討した。その結果、接触生起率は、5年生で20mシャトルラン、50m走、立ち幅跳び、ソフトボール投げに有意な相関がみられた。しかし、3年生ではそのような関連が見られなかった。また、接触生起率は、打撲、落ちて、刃物での「けが」の経験者は有意に高かった。接触生起率は、走能力、瞬発力、跳躍能力と巧緻性瞬発力で有意に相関していること。「けが」の種類や発生状況にも関連していることが示唆された。

### 文 献

- 1) 宮本邦彦, 東根裕子, 名村靖子, 中島英洋, 団野源一, 森岡郁晴, 宮井信行. 衝突回避行動観察測定機の開発とそれを用いた基礎研究. 大阪青山大学紀. 2009, 2, 1-7.
- 2) 宮本邦彦, 東根裕子, 名付靖子, 笠開基寛, 中島英洋, 団野源一, 森岡郁晴, 宮井信行, 宮下和久. 活動的な保育が衝突回避行動と生活活動に及ぼす影響. 大阪青山大学紀要. 2010, 3, 27-35.
- 3) 宮本邦彦, 東根裕子, 名村靖子, 笠開基寛, 辰口和保, 中島英洋, 団野源一, 森岡郁晴, 宮井信行, 宮下根久, 久保田憲司. 高速領域における回避行動測定装置の試作とデータ解析. 大阪青山大学紀要. 2011, 4, 89-94.
- 4) 宮本邦彦, 名村靖子, 東根裕子, 中島英洋, 団野源一, 白石能生, 森岡郁晴, 宮井信行, 宮下和久. 衝突回避行動の指標としての回避限界速度の特性. 大阪青山大学紀要. 2012, 5, 1-5.
- 5) 宮本邦彦, 名付靖子, 宮井信行, 森岡郁晴. 衝突回避行動の指標と身長体重及びその伸びとの関係について. 学校保健研究. 第 60 回日本学校保健学会講演集. 2013, 55, 115.
- 6) 文部科学省. 新体力テスト実施要項 (6 歳~11 歳対象). 平成 11 年.
- 7) 文部科学省. 統計数値表 (eStat). 平成 24 年度体力運動能力調査結果.
- 8) 文部科学省. 子どもの体力向上のための取り組みハンドブック第 4 章「新体カテスト」のよりよい活用のために.
- 9) 三浦利章. 事故と安全の心理学—リスクとヒューマンエラー—. 東京大学出版会. 2007.
- 10) 三村 起一 (監修). 災害防止の科学的研究 (世界安全衛生名著全集〈第 2〉). 日本安全衛生協会, 1951.

## 【訂正とお詫び】

平成26年3月31日発行の「大阪大学紀要 第6巻」におきまして誤りがありました。

正しくは以下の通りです。

P.1	執筆者1行目	(誤) 東根 祐子	(正) 東根 裕子
P.6	左側 文献3行目	(誤) 大阪青山大学紀.	(正) 大阪青山大学紀要.
	5行目	(誤) 名付靖子, 笠間基寛	(正) 名村靖子, 笠間基寛
	9行目	(誤) 笠間基寛	(正) 笠間基寛
	11行目	(誤) 宮下根久	(正) 宮下和久
	右側 文献1行目	(誤) 白石能生	(正) 白石龍生
	4行目	(誤) 名付靖子	(正) 名村靖子