

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成24年 4月28日現在

機関番号：32689

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2011

課題番号：23650410

研究課題名（和文） 学校プールでの安全な飛び込み方法の解明

研究課題名（英文） The elucidation of the safe method of the diving in a school pool

研究代表者

金岡 恒治（KANEOKA KOJI）

早稲田大学・スポーツ科学学術院・教授

研究者番号：80323294

研究成果の概要（和文）：

水泳の飛び込み事故を防止するためには、学校プールにおいて安全な飛び込み方法を指導することが必要と考える。水深1m程度のプールにおいて安全に飛び込む方法を明らかにする事を目的に研究を行った。大学生被験者11名を対象とし、プールサイドから様々な入水角度で飛び込み動作を繰り返させ、その際の頭部最大到達深度を計測し、両者の相関を求めた。その結果、入水角度と頭部の最大到達深度との間に強い相関関係を認め、水深1mのプールに水面と同じ高さのプールサイドから飛び込む際には、入水時に水面と上肢のなす角度が約30度で頭部が水底に達することが示された。このことから水深1mのプールには入水角度30度以下で飛び込むことが求められる。

研究成果の概要（英文）：

In order to prevent a severe diving accident, it is important to know the safe diving method. This study aims to prevent diving accidents in an one meter depth school swimming pool. In this study, we focused on the diving angle when subjects dive into the water. Eleven subjects were diving from the pool side by variety angles and we measured depth of head using underwater high speed video camera. Statistical analysis revealed that there are strong correlations between diving angles and the depth of head, and showed that if the diving angle is larger than 30 degree, head reaches one meter depth and hits against the bottom of a standard school swimming pool.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、スポーツ科学

キーワード：水泳、飛び込み、事故、予防

1. 研究開始当初の背景

スポーツ活動によってさまざまな傷害が発生する。水泳は傷害発生が少ないスポーツであり、学校管理下の死亡・障害事例と事故防止の留意点によると平成21年度の水泳が原因とされる傷害は6件にとどまった。しかし、そのうち3件が死亡事故であり、傷害発生件数に対する死亡率が他の競技に比べて極めて高い。平成13～17年度の5年間における傷害発生原因のうち、48.1%が飛び込

みによるものであった。また、同年度間における第1級障害に認定された傷害発症要因のうち、75%が飛び込みによるものであった。この様に、飛び込み事故による頸髄損傷、頭部外傷は重篤かつ致死的な外傷でありその発生予防が求められる。

しかし学校プールへの飛び込み事故による頸髄損傷をなくすために、実際の現場がとっている対策は、“プールでの飛び込み禁止”であるが、この措置では指導者・管理者の責

任は逃れられるものの、生徒は正しい飛び込み方法の指導を受ける機会を失ってしまい、他の場所での誤った飛び込みによって頸髄損傷を受傷してしまう危険性がある。

公益財団法人日本水泳連盟が作成した、“プール水深とスタート台の高さに関するガイドライン（平成17年）”によると、誰が飛び込んでも絶対に安全な水深は3mとされている。学校の水泳指導を行うプールは溺水の危険性が少ない1.0~1.3mであるため学校のプールでは安全な飛び込み指導は行えない。しかし、熟練水泳指導者の見解を総合すると、通常の水深1.0から1.35mのプールにおいて、飛び込みスタートの方法を習得している泳者であれば水面からの高さ0.35m以下のスタート台から飛び込んでも危険度は少ないとしている。このガイドラインは競泳競技者が安全に競技を行うためのガイドラインであるが、その判断基準には現場の経験は活かされているが、その基準となる科学的根拠には乏しい。ましてやスタート方法を未習得の者が安全に飛び込むための科学的データはさらに乏しいのが現状であり、これではプールの管理者が飛び込み禁止を通告する事態になることもやむを得ない。

水深約1mの学校のプールにおいて安全に飛び込みを指導する方法を明らかにすることによって、学校プールにおいて飛び込み方法の習得を行うことができると考える。

2. 研究の目的

飛び込みによって発生する頭部外傷、頸椎損傷は入水後に頭部がプールの水底に衝突することによって発生する。頭部が水中深くまで達することになる条件としては、高い入水速度、飛び込み者の大きな体格、水面への大きい入水角度、入水後の小さい手関節の背屈角度などが挙げられている。これらの条件の内、本研究においては水面への入水角度と頭部最大到達深度との関係性を明らかにし、水深1mのプールの水底に頭部が達することのない入水角度を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1)被験者

競泳競技の経験を有し、飛び込み動作に習熟している大学生11名を被験者とした。内訳は、男子7名、女子4名、平均年齢は20.7±1.8歳、平均身長は168.6±6.1cm、平均体重は60.9±11.2kgであった。全ての被験者に対して、本研究の趣旨・内容および危険性を書面・口頭で十分に説明を行い、実験参加の同意を得た。

(2)実験環境

実験は飛び込み競技にも用いられ、飛び込みによる安全性が確保されると考えられる水深4mのプールで行った。飛び込みはプールサイドから行い、飛び込み位置は水面と同一水準であった。

(3)飛び込み試技

本研究では、様々な入水角度で入水してもらう必要があるため、入水角度を指定し、指定された入水角度で飛び込むことが理想であるが、入水角度を指定して飛び込むことは、不可能であるため「遠くに入水する場合は入水角度が浅くなり、近くに入水する場合は入水角度が大きくなる」という仮説のもと、入水点（プールサイドからの距離）を指定し、以下の様に少しずつ入水角度を変化させていく方法をとった。

①まず被験者の飛び込むことのできる最遠の入水位置に飛び込む

②次いで、入水点を250cm、200cm、150cm、100cmと徐々にプールサイドに近づけて飛び込み動作を繰り返す

③最も入水角度の小さい、“腹うち”の飛び込みを行う

これら①~③を十分な休息を入れ2回行った。

(4)測定項目

被験者の入水角度を測るために、飛び込み側の側面のプールサイドにSONY社製ハイスピードカメラを設置した。また飛び込み側の正面、プール水中内に、水中ハイスピードカメラ（DITECT社製、毎秒200コマ、シャッタースピード1/500）を設置し、水中での頭部挙動を撮影した。

被験者の尺側茎状突起、肩峰、上前腸骨棘にビデオに映るようにマーカーを設置した。

陸上設置カメラによる画像から、画像解析ソフト（image J）を用いて、以下の3種類の入水角度を計測した。

①尺側茎状突起と肩峰を結んだ直線と水面がなす角（入水角A）

②尺側茎状突起と上前腸骨棘を結んだ直線と水面がなす角（入水角B）

③肩峰と上前腸骨棘を結んだ直線が水面となす角（入水角C）

また、水中ハイスピードカメラによって、被験者頭部挙動を撮影し、その最大到達深度を計測した。

(5)統計解析

入水角Aと最深部の深さ、入水角Bと最深部の深さ、入水角Cと最深部の深さについて相関関係を算出した。相関関係はピアソンの相関係数を用いた。いずれも有意水準は5%未

満とした。

4. 研究成果

(1) 結果

入水角 A と最大到達深度とのあいだには $r=0.704$ と強い相関関係を認めた ($p<0.05$) (図 1)。また同様に、入水角 B と最大到達深度 ($r=0.706$, $p<0.05$, 図 2)、入水角 C と最大到達深度 ($r=0.681$, $p<0.05$, 図 3) との間にも相関関係を認めた。

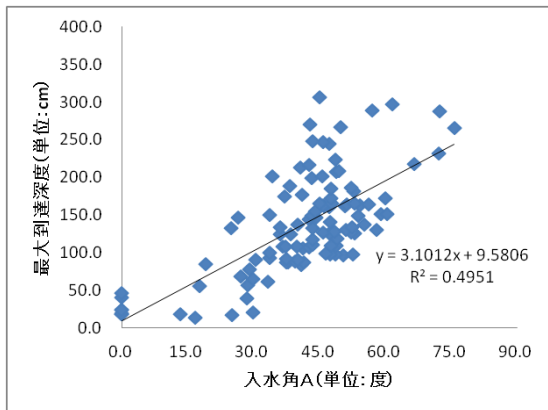


図 1 入水角 A と最大到達深度

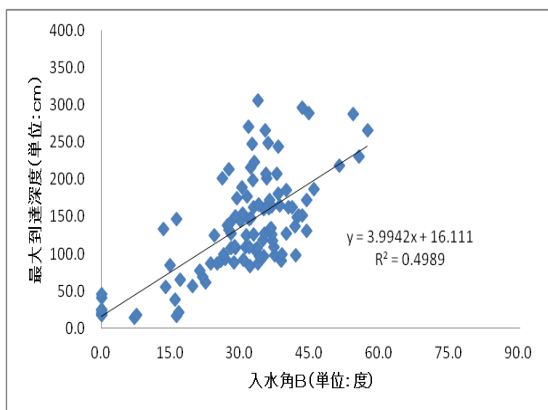


図 2 入水角 B と最大到達深度

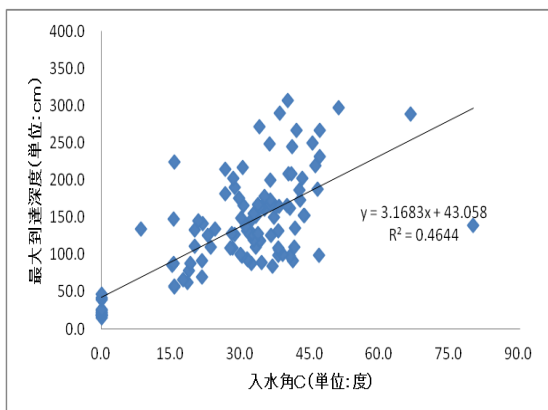


図 3 入水角 C と最大到達深度

(2) 考察

今回行った研究結果から、飛び込みの入水角度が大きくなるほど飛び込み者の頭部が到達する水深は深くなることが示された。

また、本研究の結果から、入水時の上肢と水中とのなす角度 (入水角度 A) と頭部最大到達深度との間には、“最大到達深度 (cm) = $3.1 \times$ 入水角度 + 9.6 ” の関係式が得られ、到達深度 100cm となる入水角度は 29.2 度となる。このことから、水面と上肢のなす角度が約 30 度以下であれば水深 1m に頭部が達しないことが示唆された。

この結果から、水面と同じ高さのプールサイドから飛び込む際には、上肢と水面がなす角度を 30 度以下にすれば、水深 1m の水底に頭部が達する可能性は低く、比較的安全に飛び込むことができることが示された。

これまでこの様な明確な安全基準は示されておらず、このデータは実際に水泳を指導する現場において有益な情報になると考える。しかし、前述したように飛び込み後の最大到達深度に影響を与える要因には入水角度の他にも、飛び込み者の体格や入水後の手関節角度などの入水技術等が挙げられる。そのためより安全な飛び込み指導を行うためにはこれらの個体差を考慮した、きめの細かい指導が必要である。

(3) 結論

飛び込み時の、入水角度と頭部の最大到達深度との間には強い相関を認め、入水角度が大きいほど頭部最大到達深度が大きくなり、重大事故発生の危険性が高まることが示された。

また、水深 1m の学校プールのプールサイドから飛び込む際には、上肢と水面のなす角度が 30 度以下であれば頭部が水底に達することは少なく、比較的安全に飛び込めることが示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕 (計 0 件)

〔学会発表〕 (計 0 件)

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

金岡 恒治 (Kaneoka Koji)
早稲田大学・スポーツ科学学術院・教授
研究者番号：80323294