

Title	スポーツ活動中の事故, 熱射病の生化学的研究
Sub Title	Biochemical study of the exertional heat stroke
Author	橋本, 治雄(Hashimoto, Haruo)
Publisher	慶應義塾大学体育研究所
Publication year	1985
Jtitle	体育研究所紀要 (Bulletin of the institute of physical education, Keio university). Vol.25, No.1 (1985. 12) ,p.47- 54
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00135710-00250001-0047">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00135710-00250001-0047</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

# スポーツ活動中の事故，熱射病の 生化学的研究

橋 本 治 雄\*

I. 緒	論
II. 方	法
III. 結	果
IV. 考	察
V. 結	論

## I. 緒 論

Heat Stroke (熱射病) は、全身の臓器障害を起こす非常に重篤な疾患であり、多数の研究者によれば致死率は10~70%と報告されている。この論文では著者が自験した症例のうち、慶應義塾大学、高校の体育会各部選手、並びに日本大学付属高校(日吉)の体育会各部選手等の症例について報告している。症例数は合計14例である。これら症例は昭和58年2月より60年8月までの間に集められたものである。

14症例の患者は事故発生後直ちに近くの慶友病院(横浜市港北区日吉5-5-17)に収容され治療を開始、すべて救命されている。

高温環境、運動などによって高熱を発生し全身的諸症状を呈する疾患を「熱症」(Heat illness, Heat syndromes)と呼んでいる。これを更に分類すると病状の程度により①Heat cramps(熱けいれん)、次いで②Heat exhaustion(熱疲労)、③Exertional heat injury or Exertional heat stroke(運動性又は努力性熱射病)、④Heat stroke(熱射病)等である。<sup>(1)</sup>

本論文では③に相当する症例について述べている。Exertional heat injury はランナー、運動部員、自衛隊員、レインジャー等激しい運動や訓練を行う場合に発生することが多く、その死亡例が時々新聞紙上に発表されている。その症状は頭痛、寒気、とり肌が立つ、嘔気、嘔吐、筋肉のけいれん、失調歩行、意識障害、昏睡等である。検査所見をみると、血液濃縮、高Na<sup>+</sup>、肝機能障害、筋肉酵素異常等を呈する。時には出血傾向、DIC、腎機能障害を呈し死亡

\* 慶應義塾大学体育研究所教授

する例もある。

本論文では上記 14 症例の血液学的，生化学的研究を行っている。筋肉酵素の Creatine Phosphokinase (CPK)，乳酸脱水素酵素 (LDH) の著明な上昇，肝臓酵素 (GOT, GPT) の異常な上昇，尿酸値の異常傾向等が認められ，これらの異常は Exertional heat injury の重要な症状である意識障害の原因要素であると推察される。

## II. 方 法

14 症例の各体育会部員はすべて練習中に倒れ，全身けいれんをおこし，緒論にのべてある Exertional heat injury の症状を満足している。とくに意識は消失し昏睡状態のまま救急車にて搬送されてきている。

入院後直ちに血管確保，呼吸その他全身管理を行い，できるだけすみやかに採血を行い検査を行った。採血された検体は，塩野義製薬株式会社臨床検査部 (03-661-6303) にて行われた。

意識障害を呈する，てんかん，脳卒中，脳腫瘍，心臓病等を区別するため全員に脳波，頭部 CT スキャン，心電図等の検査を行い，明らかに Exertional heat injury であることを確かめている。酵素測定法の詳細については著者の論文その他を参照されたい。  
(5)(6)(7)(8)

## III. 結 果

Table 1. に 14 症例の主な生化学的検査結果を示した。患者はすべて慶應義塾大学，又は高校，日本大学付属高校 (日吉) の体育会に所属し，各学校を代表する選手であり，常日頃数時間に及ぶ練習を行っており，いわゆる素人の学生が炎天下の運動や体育授業で倒れる例とは全く内容が異なる。14 症例の各学生は一応の高温馴化は完成されていると思われるが，陸上競技系の個人競技と異なりアメリカンフットボール部，野球部，ホッケー部等の団体スポーツ部の練習では，個人の能力をほとんど考慮しないで一斉にある種の運動を行うのが常であるため，結果として Exertional heat injury になり，意識を失って倒れ，病院に収容されている。季節はほとんどが 6 月，7 月，8 月の夏に集中している。年齢は 16 歳から 20 歳までである。Table 1. 左側に生化学的検査項目の主なるものを掲げた。これまでの経験により Exertional heat injury の患者でも Homeostasis は比較的よく保たれている場合が多い。一般的教科書には電解質の異常，血液濃縮等述べられているが，自験例にては電解質，血液成分等は比較的(1)(2)(3)に正常範囲にあり，あったとしても極くわずかである。意識障害やけいれんの原因となる程の異常値ではないので，ここに掲げてはいない。

Table 1 スポーツ活動中の事故・熱射病の生化学

症 例	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	平均値 (M)	コント ロール (CM)
月 日	58.2/24	59.7/26	7/26	7/26	8/1	8/7	8/18	9/10	60.5/17	6/13	8/5	8/13	7/29	8/7	18	18
検 査 項 目	河○ 19歳	石○ 佳○ 16歳	平○ 忠○ 16歳	塚○ 義○ 18歳	坂○ 良○ 16歳	河○ 一○ 20歳	梶○ 一○ 16歳	石○ 一○ 16歳	森○ 公○ 19歳	天○ 勝○ 19歳	柳 一○ 20歳	奥○ 一○ 20歳	富○ 博○ 16歳	門○ 慶○ 19歳	18	18
T-P (6.7~8.3g/dℓ)	7.1	6.5	6.5	5.9	7.6	7.2	7.4	6.7	7.9	7.0	7.3	7.0	7.4	7.8	7.1	7.4
A/G 比 (1.2~1.8)	1.54	1.50	1.70	1.95	1.62	1.48	1.46	1.48	1.72	1.50	1.52	1.91	1.39	1.78	1.61	1.68
BUN (16mg/dℓ)	17	13	17	13	16	10	15	14	17	26	20	20	11	16	16	16
クレアチニン (0.5~1.3mg/dℓ)		0.9	0.9	0.9	0.9	1.3	0.7	0.9	1.5	1.2	1.5	1.4	1.1	1.2	1.03	0.90
尿酸 (2.6~7.5mg/dℓ)	5.7	5.5	6.2	5.6	7.7	7.7	3.1	6.2	9.2	7.4	10.2	8.8	8.5	7.8	7.1	5.0
コレステロール (総) (133~255mg/dℓ)	124	116	108	137	139	139	170	201	227	182	169	187	161	187	161	180
遊離コレステロール (40~80mg/dℓ)		32	33	42	36	37	48	54		49		56		45	39	49
中性脂肪 (62~140mg/dℓ)	36	32	60	51	48	45	66	81	90	69	63	79	43	61	59	74
GOT (38以下IU)	205	25	27	93	30	29	49	24	120	34	1,280	26	69	29	145	23
GPT (35以下IU)	83	19	16	45	11	14	17	19	65	26	183	11	36	16	40	14
AI-P (50~250 IU)	68	308	178	273	309	154	304	151	6.8	137	6.7	146	13.1	167	154	210
L DH (280~442 IU)	717	622	637	988	521	535	708	490	797	577	8,270	638	683	876	1,219	404
CPK (40~210 IU)	1,526	443	625	2,502	793	518	1,422	621	4,220	356	114,000	369	4,930	737	9,504	270

(カッコ内は正常値)

↑  
体育会部員同年齢21例の平均

Table 1. から明らかなように LDH, CPK の異常な上昇あり。骨格筋, 肝の著明な崩壊を思わせる。肝機能を示す GOT, GPT も, CPK 1000 IU 以上の異常高値の患者では, 高値の傾向にある。各症例の経過を述べる。

**症例1.** 慶應義塾大学体育会ホッケー部員, 2年生。2月19日より合宿を行っており, 毎日約5時間の練習を行っている。2月23日午後の練習の終わり頃, 全身のしびれ, 嘔気嘔吐, 冷感, 筋肉のけいれん, 意識消失ありて救急車にて来院す。輸液 1000ml にて症状軽快, 2月28日の生化学的検査にて LDH, CPK, GOT, GPT はほぼ正常値に復す。

**症例2.** 日大付属高校アメリカンフットボール部員, 7月21日より合宿している。受傷日は第6日目なり。午前2時間半, 午後5時間の練習を行っていた。Exertional heat injury の典型的症状あり, 来院す。外来にて約 2000ml の輸液後症状軽快す。8月4日の生化学的検査, LDH, CPK では正常値に復帰す。

**症例3.** 症例2. と同部員, 同様の練習を行っていた。2000ml の輸液後症状軽快す。7月28日の生化学的検査ほぼ正常値なり。

**症例4.** 症例2・3と同部員, 同様の練習を行っていた。7月26日外来にて 1500ml の輸液後症状やや軽快し合宿にもどったが, 頭痛, 嘔気等の症状あり, 7月30日より入院加療す。8月3日症状改善し, 生化学的検査にて LDH, CPK, GOT, GPT 等ほぼ正常値になり退院す。

**症例5.** 慶應義塾高校柔道部員。合宿5日目にて倒れ, 全身のしびれ, 筋肉強剛, けいれん発作, 意識障害ありて救急車にて来院す。外来にて1500ml の輸液後症状軽快す。

**症例6.** 慶應義塾大学野球部員。午前中2時間, 午後3時間の練習が毎日続いていたが, 8月6日午前の練習時に身体のしびれと, 全身のけいれん発作, 意識障害ありて来院, 入院となる。輸液等の治療により症状軽快し, 生化学的検査値もほぼ正常に復し退院す。

**症例7.** 慶應義塾高校野球部員。午前8:30より午後5:00までの練習がつづいていた第7日目の練習中(59年8月18日)4:00PM頃全身けいれん発作, 意識混濁あり, 救急車にて来院す。典型的な Exertional heat injury の所見あり。輸液 1500 ml を行う。LDH 708, CPK 1422あり。8月20日の生化学的検査にて LDH 607, CPK 316と減少す。自覚症状(頭痛, 四肢のしびれ感, 嘔気等)消失, 精神状態正常なり。

**症例8.** 慶應義塾大学蹴球部(ラグビー)部員。明らかな打撲が無いにも拘らず練習試合中突然倒れ意識消失, 昏睡状態になる。救急車にて来院す。嘔気嘔吐発作, 筋強剛あり。59年11月5日の検査にて LDH 335, CPK 206と正常範囲なり。

**症例9.** 慶應義塾大学蹴球部(ラグビー)部員。1年浪人して入学, 5月より蹴球部に所属す。身長 182cm, 体重 85kg。5月17日の午後基礎練習中に外傷の既往なく意識消失, 昏睡状態

にして救急車来院す。自覚他覚所見により **Exertional heat injury** なり。輸液 2000ml す。意識回復，自覚症状改善するも翌日慶應義塾大学病院に転院せり。5月17日の血液，生化学的検査では GOT, GPT, LDH, CPK, 尿酸に異常高値あり。電解質正常，末梢血液は正常値なり。

**症例10.** 慶應義塾大学応援指導部員。60年6月12日約4時間のトレーニング（ランニング等）後意識消失，全身筋肉の強剛あり，救急車来院す。1500mlの輸液後意識回復，嘔気消失，四肢のしびれ，筋強剛もなくなる。合計 2500mlの輸液後退院となる。2～3日前より下痢気味にて食欲も低下していたが練習に参加せりと。電解質正常，白血球 9100/mm<sup>3</sup>の他末梢血所見は正常なり。

**症例11.** 慶應義塾大学応援指導部員。60年7月29日より毎日ランニングトレーニングを数時間行っていたが，8月5日走行中倒れる。意識昏睡状態なり。救急車にて来院す。受傷日検査所見 Table 1. に示す。肝臓酵素 GOT 1280, GPT 183の異常高値。LDH 8270, CPK 114000の超異常高値あり。尿酸10.2なり，異常。電解質正常，末梢血も白血球 14000/mm<sup>3</sup>の他は正常範囲にて血液濃縮の所見はないといえる。8月7日 GOT 425, GPT 151, LDH 1569, CPK 20990, 尿酸 4.3 に下降す。8月13日 GOT 44, GPT 62, LDH 409, CPK 814。8月19日の生化学的検査にてはすべて正常範囲に復帰す。

**症例12.** 慶應義塾大学バレーボール部員。毎日体育館内での練習が続いていたが，60年8月13日，四肢のしびれ，呼吸困難を訴え，筋強剛あり，救急車にて来院す。意識消失あり。血液生化学的検査にてLDH, CPK高値，尿酸 8.8の異常あり。電解質，末梢血所見は正常なり。翌日の所見ではLDH 517, CPK 279と下降，尿酸も5.8と正常，その他は正常値なり。

**症例13.** 慶應義塾高校アメリカンフットボール部員。練習5日目なり。毎日午前2時間半，午後3時間の練習を行っていた。走行中胸部をしめつけられる感あり，四肢のしびれ，軽度の意識障害あり，救急車来院す。Table 1. に生化学的検査結果を示す。7月29日 GOT 69, GPT 36 と肝臓酵素の軽度上昇。LDH 683, CPK 4930 と異常高値。尿酸 8.5なり。電解質はすべて正常。末梢血も白血球 9600/mm<sup>3</sup> 以外は正常なり。7月31日の検査にて GOT 24, GPT 25 と正常なり。LDH 463, CPK 907 と下降す。その他の所見は正常範囲にあり。

**症例14.** 慶應義塾大学野球部員。午前3時間，午後5時間の練習第5日目，走行中倒れる。筋強剛，四肢のしびれ，嘔気，意識もうろう状態なり。検査所見を Table 1. に示す。肝臓酵素正常値なり。LDH 876, CPK 737 と異常高値。白血球 14800/mm<sup>3</sup> 以外は末梢血所見すべて正常範囲なり。受傷日 2500mlの輸液，次の日 1500mlの輸液を行い四肢のしびれ，嘔気，頭痛等の自覚症状軽快す。意識も清明になり退院す。

Table 1. に生化学的検査の平均値 (M) を示す。〔コントロールとして症例と同年齢，慶應義塾

大学体育会部員21名の平均値を示す (CM)。] 尿酸値，GOT，GPT，LDH，CPK に異常高値あり。GOT，GPT，LDH は CM の 6.3×，2.9×，3.0×となっている。とくに CPK は異常高値で，CM の約 35× もあり，最もよく各選手の疲労度を現わしているものと思われる。

#### IV. 考 察

Heat Syndromes (熱症)<sup>(1)</sup> は体内の熱産生が熱放散を上回ることから異常高体温になり，全身の諸臓器に障害を来す疾患である。Harrison's "Principles of Internal Medicine" (10 th Edition, 1983) によれば，①Heat cramps (熱けいれん)，②Heat exhaustion (熱疲労)，③Exertional heat injury (努力性熱射病)，④Heat stroke (熱射病) の4種類に分類されている。日本語訳ははっきりと定義が決まっていないのが現状である。世界的視野でみると，砂漠地帯，イスラエル，中近東アラブ諸国，インド，アメリカ合衆国西南部，アフリカの金鉱山においては一夏に数百から数千人の熱症患者がでており，その死亡率は10~70%に達すると報告されている。日本では砂漠はなく気候温和なため，上記のごとき症例はあまりない。

<sup>(9)</sup> 本論文ではとくに高校生，大学生の体育会選手の Exertional heat injury (運動性又は努力性熱射病) に症例を限って研究報告している。

体育会は大学や高校を代表するクラブチームであるため練習は質量共に学生の限界まで行うのが常である。合宿での練習，通常の練習と事故は稀にしか起らないのであるが，時には身体のコンディションのよくない選手が熱射病にかかることもある。監督やコーチもふだんから選手に接し各部員のコンディションを把握していても事故を防ぐことは困難と思われる。従って意識がなくなり倒れるような部員は必ずどこかに疾患があるものと仮定して精査をすることが望ましい。不調でスピードも技術も今一つパッとしない部員は身体のチェックをするべきである。これを見逃して強度の練習を行えば不可逆的な疾患になる恐れがある。上記結果よりとくにCPKの値が最も各個人のある時点でのコンディションを示すものと思われる。GOT，GPTの肝機能を示す酵素も重大な疾患を防ぐには必要である。

本論文での14名の患者は救急車で搬入された時点では汗びしょりのシャツ，パンツと泥まみれの場合が多い。熱射病は core temperature の上昇が必ず起っているが，上記のような状態で末梢血管の収縮，とり肌立ちがあり，皮膚体温は上らない事が多く，直腸体温を測定しなければいけない。体育会の部員は1日や2日間どんな強い練習を行っても倒れることは稀であるが，本論文の症例のようにほとんどが合宿の終りの時期や，連日猛練習が続いた時に限り熱射病が発生している。<sup>(1)(2)</sup> 練習開始日より第5日目以後が危ない時期である。

血液，生化学的所見をみると本論文の症例では Na<sup>+</sup>，K<sup>+</sup>，Cl<sup>-</sup> 等の電解質異状 (過剰，又は不

足)はほとんどみられていない。末梢血液所見では白血球数増多はあるが、<sup>(5)</sup>Ht, Hb等はほとんど正常範囲である。

尿酸上昇は連日の猛練習により激しい筋肉運動がくり返された結果プリンヌクレオチドの異化促進が行われ、尿酸生成増が起ったものと思われる。最も高かった症例11.の受傷日10.2も、翌日には5.1と正常値に復している。GOTも Exertional heat injury では異常高値になる例が多い。GOTアイソザイムは検査していないために臓器特定はできないが、肝臓、筋肉等から遊離されていると思われる。この異常高値はほとんどが5日間以内に正常値に復帰している。GPTはGOTに比較すると異常の程度が低く、しかも常にGOT>GPTである。肝細胞より由来している可能性が強い。GPTも受傷日より5日間以内に正常に復帰している。LDH, これは必ず上昇している酵素の一つである。アイソザイム分析の可能であった症例についてみると、LDH-4, LDH-5の異常高値があり、ほとんどが筋肉由来の酵素であると言ってよい。CPKに比較すると正常に復するのは成書の通り10日間以上要する例が多い。CPK, これは Exertional heat injury では最も異常高値を示す酵素である。平均してコントロールの約35倍増量している。ほとんどが筋肉由来のCPK-MMであるが、症例11, 13ではCPK-MBが異常高値を示し、心臓にかなりの負担がかかっていたことを示している。<sup>(6)(7)(8)</sup>

熱射病の諸症状のなかで意識状態の異常がある。メカニズムは不明であるが、意識消失、昏睡状態と前記生化学異常の関係は興味ある課題である。CPKの異常高値をのぞけば、GOT, GPT, LDH, 尿酸等の異常値では意識消失になる説明はできない。core temperatureの高温とCPKの異常高値、身体全体からの体液の消失等が原因であろうと推察される。今後の研究が必要と思われる。

## V. 結 論

1. 体育会運動部員の熱射病 (Exertional heat injury) は合宿第5日目頃から発生している。季節は高温多湿の夏季に集中している。
2. 熱射病になった体育会部員の生化学的、血液学的検査によると、尿酸, GOT, GPT, LDH, CPK等の異常高値がある。
3. 受傷後直ちに病院に収容し輸液等の治療を行うことが重要である。上記生化学的検査値が正常に戻ってから退院、運動再開をすることが不可逆的事故を防ぐ上に重要である。

## 文 献

- (1) Harrison's Principles of Internal Medicine. 10th Edition. 50-55pp., 1983. McGraw-Hill Book



スポーツ活動中の事故，熱射病の生化学的研究

Company, New York.

- (2) 森健次郎，新宮興：悪性高熱症と類似疾患 Syndrome malin および熱射病，日本臨床，41 卷，9 号，207—224pp., 1983。
- (3) Anderson, R. J., et al: Heatstroke, 1983. Year Book, Medical Publishers, Inc.
- (4) 川原 貴：スポーツ活動中の内因性事故，治療，Vol. 62, 12, 71—76pp., 1980。
- (5) 橋本治雄：運動性白血球増多症，慶應義塾大学“体育研究所紀要”，21 卷，1 号，17—26pp., 1981。
- (6) 橋本治雄：長時間泳と血清クレアチンフォスホキナーゼ(CPK)，慶應義塾大学“体育研究所紀要”，22 卷，1 号，1982。
- (7) 橋本治雄ほか：長時間泳と乳酸脱水素酵素(LDH)の増加について，慶應義塾大学“体育研究所紀要”，22 卷，1 号，19—29pp., 1982。
- (8) 松田雅之：長時間運動とLDH・CPK血清アイソエンザイム，慶應義塾大学“体育研究所紀要”，23 卷，1 号，53—59., 1983。
- (9) 片淵律子ほか：Heat stroke に合併した急性腎不全の 1 例，日内会誌，72 卷，8 号，62—66pp., 1983。