

# 球技における競技会に向けたトレーニング時の酸化ストレスの変動

杉浦弘一・赤間高雄\*

## I. 緒言

トレーニングにより活性酸素種が生成され酸化ストレスに暴露されることは数多く報告<sup>1,2,3,4,5)</sup>されている。走行距離、運動強度の増大に伴って酸化ストレスが大きくなり、運動の時間や強度が増大すればするほどその傾向は顕著である。運動時には活動筋への血流量が増大し、摂取された酸素の一部が活性酸素に変化する<sup>6)</sup>。運動時における生体での酸素消費量は安静時の10～15倍に、活動筋への酸素運搬量は約100倍にもなることが報告<sup>7)</sup>されており、運動中の活性酸素発生量が増大する。

一方、生体はやむなく発生する活性酸素に対抗する能力として抗酸化能を有している。抗酸化能は活性酸素種を不活化あるいは除去する能力のことであり、通常、酸化ストレスと抗酸化能のバランスがとれている。しかし過剰なトレーニングによる活性酸素種の増大や、休養不足等による活性酸素種の処理不足などにより、組織の障害などが発生する。抗酸化能は、スーパーオキシドジスムターゼ (Superoxide dismutase : SOD) やグルタチオンペルオキシターゼ、カタラーゼなどの酵素が関わることにより調節されている<sup>6)</sup>。他に、ビタミンEやビタミンCは食品由来の抗酸化物質として知られており<sup>6)</sup>、食事によって抗酸化能の向上が可能となる。

生体内の基本的な反応として、酸化ストレスに対する抗酸化能の適応機能があると考えられている<sup>6,8)</sup>。生体内で酸化ストレスが増大しても、それ

に対応して抗酸化能も増強するのであれば、生体内では大きな問題は生じない。しかし、酸化ストレスが増大していても抗酸化能が対応して増強しなければ、生体内の細胞は過剰に破壊されることになる。つまり、酸化ストレスと、それによって惹起された抗酸化能のバランスが重要となる。

アスリートは激しいトレーニングによって、多量の活性酸素が発生し酸化ストレスに曝され、細胞が傷害されている。トレーニングそのものによる細胞の破壊と活性酸素種による酸化ストレスにより身体は危機的状況にあると言っても過言ではない。もし、酸化ストレスに対抗する抗酸化能が低下し、身体を酸化ストレスから守ることが出来なくなれば、日々のトレーニングによって身体はさらに破壊されていくことになる。活性酸素による酸化ストレスは疲労の一因となることが報告されており<sup>5)</sup>、アスリート自身にとっては疲労という形で顕在化していくことになる。従って、アスリートが日々のコンディションを整えていく上で、酸化ストレスおよび抗酸化能を継続的に評価することは選手の全身的疲労を評価するためには重要である。

近年、簡便に酸化ストレスを測定することができ、酸化ストレス・抗酸化能測定装置が開発された。この装置では、d-ROMsテスト (reactive oxygen metabolites テスト) にて酸化ストレスを、BAPテスト (biological antioxidant potential テスト) にて抗酸化能を測定することができ、運動との関連性も認められている<sup>9)</sup>。この装置では、わずか10分程度で酸化ストレスや抗酸化能を測定できるようになり、競技現場において酸化ストレス測定を利用したアスリートのコンディション評価が

\*早稲田大学スポーツ科学学術院

できる<sup>9,10)</sup>。

そこで本研究では、競技会に向けてトレーニングをしている大学男子バスケットボール選手を対象に、酸化ストレス・抗酸化能測定装置を用いたd-ROMsテストとBAPテストによって酸化ストレスと抗酸化能を簡便に測定することにより、競技会に向けてのコンディションを客観的に評価することを目的とした。

## II. 研究方法

### A. 対象

大学バスケットボールチーム（前年度、大学連盟二部2位、入替戦出場）に所属する大学男子バスケットボール選手12名（年齢 $20.5\pm 0.65$ 歳、身長 $179.9\pm 6.75$ cm、体重 $70.6\pm 6.93$ kg）を対象として研究をスタートさせた。チームに所属する選手は24名在籍していたが、研究期間中、授業や実習等で練習を抜けることがない選手の中から主力選手と控え選手の各6名を抽出した。しかし、期間中、怪我などによる練習からの離脱など、期間中全てのデータを測定することが出来なかった3名を除き、9名の選手を分析の対象とした。

最終的に両群は、主力選手群5名（年齢 $20.6\pm 0.49$ 歳、身長 $181.0\pm 3.41$ cm、体重 $71.4\pm 5.33$ kg）と控え選手群4名（年齢 $20.00\pm 0.00$ 歳、身長 $175.6\pm 4.66$ cm、体重 $66.5\pm 5.42$ kg）であった。

### B. 試合までのトレーニング状況

競技会直前の約3週間の練習を対象とし、研究期間は2011年6～7月であった。

毎週5日（月・水・木・土・日曜日）間、練習を実施した。月・水・木曜日の練習は、授業終了後に実施し、1日の練習時間は2時間であった。土・日曜日の練習は、施設利用における他の活動団体との兼ね合いにより、9時から、12時から、15時からのいずれかの時間帯で、3時間施設を利用することができ、2～2.5時間の練習時間であった。

前競技会終了後3日間休養し、休養明けの練習から次の大会までの約3週間を本研究の対象期間

とした。

休養明けの練習再開から競技会2週間前までの約10日間は、トレーニング量・強度共に強い負荷をかける練習を行っていた。練習前半はディフェンス練習を中心に実施し、脚に大きな負荷をかけていた。練習後半は戦術的な練習を行うものの、比較的トレーニング量が多く、休憩時間の短いプログラムを実施していた。

競技会2週間前からテーパリング期に入った。練習内容は主力選手群と控え選手群とに分けて練習が行われていた。この期間は、前半の1時間は全員一緒に基本戦術などの練習を行い、練習の後半においては主力選手群と控え選手群とにチーム分けし、主力選手群中心のオフェンス練習（ハーフコートでのゲーム形式の練習）であった。練習には常時20名程度が参加しており、後半の1時間の練習は、主力選手がオフェンス中心の練習を7～8名で交代しながら行った。控え選手（主力選手以外）およびオフェンスを行わない主力選手は、合計15名程度で交代しながらディフェンス中心の練習を行っていた。ただし、試合が近くなればなるほど選手間でのコミュニケーションを取る時間や休憩時間を長くしたり、前半1時間のトレーニング量を少なくしたりすることでテーパリングを行った。この当時のバスケットボールの練習スタイルとしては比較的スタンダードな方法であり、当該チームとしても通常の試合前の練習スタイルとなっていた。

### C. 酸化ストレスの測定

酸化ストレス等は、競技会の3週間前、2週間前、1週間前、および直前の4回測定した。

本研究の対象となる競技会の直前の競技会終了後、3日間休養し、練習再開直前の木曜日に3週間前の測定を実施した。翌週以降週末ごとに、2週間前、1週間前、および直前の測定を実施した。競技会直前の測定日の翌日より、本研究で対象となる競技会に出場した。対象者は昼食前の12時に空腹状態で実験室に集合し、測定した。

酸化ストレスとしてd-ROMsテスト、抗酸化能

としてBAPテストを酸化ストレス・抗酸化能測定装置(FREE: Diacron International)を用いて測定した。先行研究により、疲労の生化学的マーカーとして実用性が認められている方法である<sup>12)</sup>。

運動等が要因で多量に発生した活性酸素により、生体内の脂質やアミノ酸、タンパクなどが過酸化され、細胞内にヒドロペルオキシドが産生される。d-ROMsテストでは、このヒドロペルオキシド濃度を測定することにより、活性酸素種により酸化傷害された生体内の状況を酸化ストレスとして評価することが出来る<sup>11)</sup>。

一方、BAPテストは血液中に含まれる還元作用を有する物質の還元能力を評価する方法である。検体(静脈血)を鉄(三価:  $\text{Fe}^{3+}$ )を含む試薬に混入し、血液の還元作用(抗酸化作用)によって鉄(二価:  $\text{Fe}^{2+}$ )に還元された量を測定することで、生体の抗酸化能を評価することが出来る<sup>11)</sup>。

酸化ストレスと抗酸化能とのバランスを評価するため、修正比算出式<sup>11)</sup>を用いて修正比を算出し酸化ストレス環境として評価した。これは、生体内には元々活性酸素を無害化する抗酸化能力が備わっており、酸化ストレスに曝されると抗酸化能力が惹起し、細胞傷害されないように生体を守る働きを有しているためである。

#### BAP/d-ROMs 修正比

$$= \text{BAPテスト値} \div (\text{d-ROMsテスト値} \times 7.541)$$

### D. 統計解析

値は、平均値±標準偏差で示した。各測定時期における比較についてはTukey法を用いて分析した。主力選手群と控え選手群の群間比較には、反復測定二元配置分散分析を用いて分析した。有意水準は5%とした。

## III. 結果

### A. チーム全体の変動

酸化ストレス(d-ROMsテスト値)は、3週間前と比較して2週間前に増加し、その後回復する傾向を示したが、統計的に有意な変動は認められ

ず、適正基準値(300 U.CARR 未満)の範囲を推移した(図1)。抗酸化能(BAPテスト値)は、3週間前と比較して2週間前に低下しその後回復する傾向を示したが、統計的に有意な変動は認められず、適正基準値(2,200  $\mu\text{mol}/\ell$  以上)の範囲を推移した(図2)。酸化ストレス環境(BAP/d-ROMs修正比)は、3週間前と比較して2週間前に低下傾向を示した。その後回復傾向を示し、競技会直前には1週間前よりもさらに回復する傾向を示したが、3週間前の値まで戻すことはなかった。しかし、統計的に有意な変動は認められず、全体としては、適正基準値(1以上)の範囲を推移した(図3)。

### B. 主力選手群と控え選手群との比較

主力選手群の酸化ストレス(d-ROMs値)は、3週間前と比較して2週間前に増加傾向を示し、

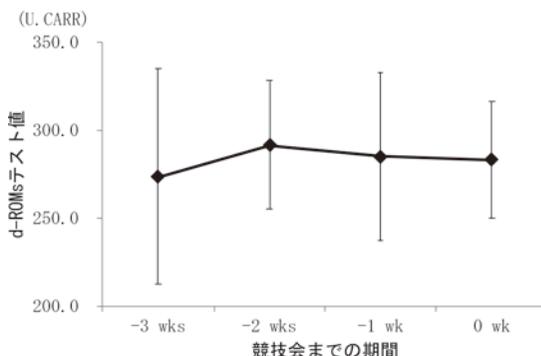


図1 酸化ストレス(チーム全体)の変動

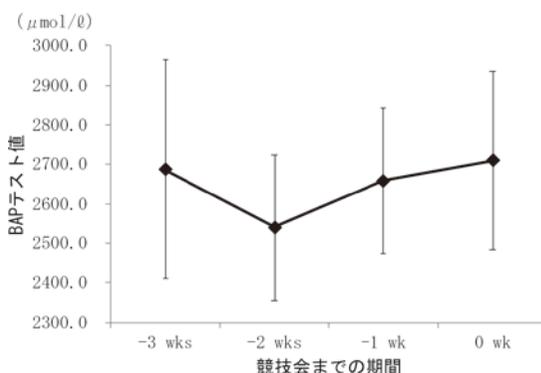


図2 抗酸化能(チーム全体)の変動

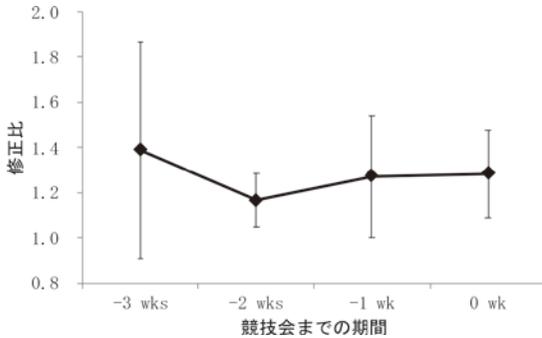


図3 酸化ストレス環境（チーム全体）変動

その後十分に回復することはなく競技会直前は適正基準値（300 U.CARR 未満）にせまる  $299.0 \pm 25.9$  U.CARR まで増加する傾向を示した。一方、控え選手の酸化ストレス（d-ROMs 値）は、3週間前から1週間前まではチーム全体の変動と同様に3週間前と比較して2週間前に増大する傾向を示し、その後回復傾向を示した。しかし、統計的に有意な変動は認められなかった。また、主力選手群と控え選手群との間に有意な差は認められなかった（図4）。

主力選手の抗酸化能（BAP 値）は、3週間前と比較して2週間前に一時的に低下傾向を示し、1週間前には3週間前の値まで回復する傾向を示した。しかし、統計的に有意な変動は認められず、適正基準値（ $2,200 \mu\text{mol/l}$  以上）の範囲を推移した。一方、控え選手の抗酸化能（BAP 値）は、3週間前から1週間前にかけて徐々に低下し、競技会直前には回復傾向を示した。しかし、いずれも、統計的に有意な変動は認められなかった。また、主力選手群と控え選手群との間に有意な差は認められなかった（図5）。

主力選手の酸化ストレス環境（BAP/d-ROMs 修正比）は、3週間前と比較して2週間前に低下傾向を示した。その後回復傾向を示したが、直前には再び低下傾向を示した。しかし、いずれも、統計的に有意な変動は認められなかった。一方、控え選手の酸化ストレス環境は、3週間前から1週間前までは主力選手と同様に3週間前と比較して2週間前に低下しその後回復傾向を示し、直前には

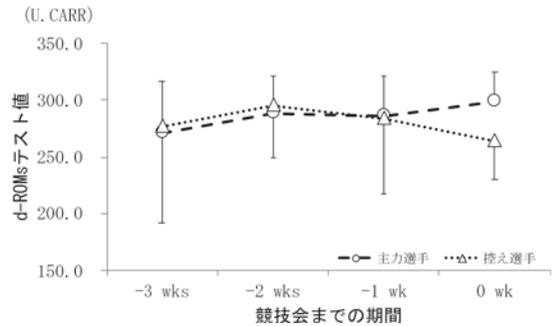


図4 酸化ストレス（主力選手と控え選手）の変動

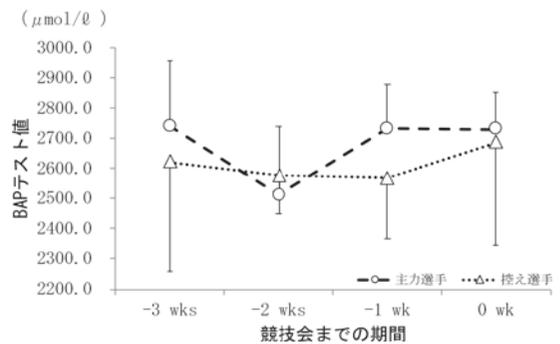


図5 抗酸化能（主力選手と控え選手）の変動

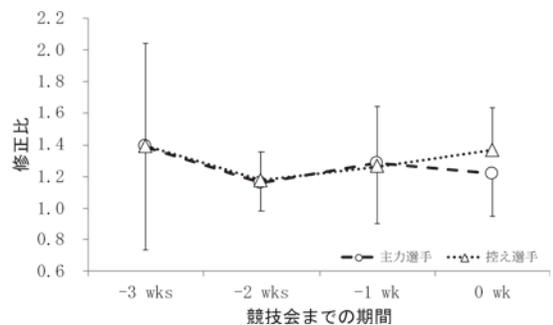


図6 酸化ストレス環境（主力選手と控え選手）の変動

1週間前よりも高値となる傾向を示した。しかし、いずれも、統計的に有意な変動は認められなかった。また、主力選手群と控え選手群との間に有意な差は認められなかった（図6）。

#### IV. 考 察

本研究では、バスケットボール競技において頻

繁に実践されている、競技会に向けての準備とテーパリングの方法を実施した場合、選手の疲労がどの様に変動しているのかを酸化ストレスを指標に検証した実践的研究である。

対象となる選手の競技レベルは当該チームが所属する地域の大学連盟二部所属であり決して高くはないものの、毎年のように一部との入れ替え戦に進出しているチームである。従って、選手は競技に対して真剣に向き合い、自己における最大限の努力をしているチームであると想定される。

酸化ストレスでは、チーム全体としては競技会2週間前までの練習において有意ではないが増大傾向を示した。先行研究では、運動強度や時間が増大すればするほど、酸化ストレスが大きくなることが報告されている<sup>1,2,3,4,5,9,10</sup>。本研究の対象者において、この期間の練習は、練習量および練習強度が大きかったため、酸化ストレスが増大傾向を示したと考えられる。これに対応するように、抗酸化能が有意ではないが低下傾向を示した。酸化ストレスと抗酸化能の両方を検討した先行研究<sup>13</sup>)において、酸化ストレスの維持・上昇と抗酸化能の低下が連動していることを報告している。この研究においては、高強度運動を行っている期間において酸化ストレスが増大しなかったのだが、その理由として抗酸化物質の消費によって酸化傷害が抑制された可能性について示唆している。本研究においても酸化ストレスの増大傾向と抗酸化能の低下傾向が連動しており、トレーニングによる酸化ストレスの増大と抗酸化能の低下により酸化ストレス傷害が防止できなかった可能性が考えられる。しかし、d-ROMsテストにおいては300 U.CARR以上、BAPテストにおいては2,200  $\mu\text{mol}/\ell$ 以下となった場合、疲労が蓄積されていると評価することが基準とされている。本研究においては酸化ストレスと抗酸化能の変化は検出されておらずその値も基準値の範囲内であったため、疲労の程度は適切な範囲であったと考えられる。それらを裏付けるように、生体内の酸化ストレスのバランスを表す酸化ストレス環境(BAP/d-ROMs修正

比)においても、有意な変動は認められず、その値は疲労の蓄積(1未満)を示していなかった。

その後、テーパリング期に入ると競技会1週間前、競技会直前と順調に抗酸化能が回復傾向を示すと共に、酸化ストレスも低下傾向を示した。加えて、酸化ストレス環境も回復傾向を示すとともに、その値は疲労の蓄積を示すものではなく、競技会に向けての準備が出来ていると考えられた。

しかしながら、主力選手群と控え選手群に分けて分析すると、主力選手群の酸化ストレスが競技会直前に増大傾向を示し、疲労の蓄積を示す300 U.CARRに迫る状況であった。この時期に行われていた練習において、運動量は減少させているものの、競技会前によく実践されている主力選手を中心に選手同士のコンビネーションを高めるための練習(ハーフコートやオールコートのゲーム形式の練習)では、主力選手に身体的負担がかかり疲労を蓄積している可能性がうかがえた。

選手個人個人のデータを確認しても、主力選手においてテーパリング期の酸化ストレスの低下傾向が小さい選手が多く、主力選手において競技会直前の酸化ストレスが高値を示す傾向があった。また、「シックスマン」と呼ばれる役割を果たす選手において、競技会直前に酸化ストレスが増大する傾向がうかがえた。バスケットボール競技は試合では選手は何度でも誰とでも交代を繰り返すことができる。近年のバスケットボールでは5人で試合をするのではなく、最初から6~8名が頻繁に交代を繰り返し出場と休息をシェアしながら試合を進めていく。この時「シックスマン」は最初に交代選手として出場する選手であるとともに、ベンチに戻る選手に応じて様々なポジションや役割を担わなければならない、身体的にも精神的にも負担の大きいポジションとなる。テーパリング期における練習においても、この選手に負担がかかっていた可能性があると考えられた。指導者はこのことに関してはある程度イメージしているものの、本研究により「シックスマン」の負担が練習時においても大きくなる可能性があることを認識することができたと考えられる。

一方、抗酸化能においても、主力選手群では競技会2週間前までに抗酸化能が低下傾向を示し、1週間前には練習再開時までの値まで回復傾向を示した。しかし、控え選手群は練習再開時である3週間前から1週間前まで大きな変動は認められず低値を推移し、競技会直前によく主力選手群と同様の値まで回復する傾向を示した。コンピュータ化したクレパリン検査を3時間実施する精神的作業を課す先行研究<sup>14)</sup>によると、作業前と比較して酸化ストレスが有意に上昇し、抗酸化能は連動して上昇することが報告されている。しかし、この研究論文に掲載されている個々のデータにおいては抗酸化能が低下した対象者が24名中7名(29.2%)おり、うち6名は大きく低下していた。この研究における精神作業負荷が対象者個人個人にとってどの程度の精神的負荷なのかはわからないが、少なくとも精神的なストレスの負担の大きさによっては抗酸化能が低下傾向を示す可能性があると考えられる。本研究の控え選手においても、身体的な疲労はもとより、次の競技会では主力選手として出場したいという思いと、成果として現れない現実とのギャップに精神的ストレスを感じ抗酸化能が低値を推移した可能性が考えられた。

しかし、本研究において対象となった期間における大会に向けたトレーニングにおいて、酸化ストレスと抗酸化能に顕著な変動は認められなかった。また、主力選手群と控え選手群との間にも顕著な違いは確認できなかった。このことは、今回の練習条件においては問題となるような酸化ストレスと抗酸化能の変動は生じず、当該トレーニング期間におけるトレーニングが適切に実施されていたことを示す結果であった。

本研究では、対象者数が少ないことや、適切な採血のタイミングについて十分な検討が出来ていなかった可能性があること、酸化ストレス等における疲労の基準値がアスリートの疲労に当てはめることができるかを十分に検討されていないことなどが問題点として挙げられた。

本研究は競技現場における実践的研究であったため、対象者数については対象としたチームにおける所属人数や学生であるが故の授業や実習との兼ね合いなどの影響によりやむを得ないものがあった。今後は多数の選手が所属するチームや、競技以外の影響を受けにくいプロチームなどにおける実践的研究が望まれる。

測定は、大学生アスリートにとって現実的なタイミングとして、昼休みに空腹状態で実施した。d-ROMsテストで測定する酸化ストレスの日内変動はほとんど無いとする報告<sup>15)</sup>があり、一日の中でいつ測定するのは大きな問題では無いと考えられる。しかし、前述した先行研究<sup>14)</sup>に示された精神的作業による酸化ストレスの増大については考慮する必要がある可能性が考えられる。本研究における対象者は、午前中に授業を受講している学生も多く、これによる精神的ストレスが酸化ストレスに影響を及ぼしている可能性がある。

アスリートの疲労に関して基準値を定め絶対評価するためには、様々な観点での検討が必要であると考えられる。アスリートの疲労においてd-ROMs値を用いる場合、基準値を下回るからといって問題がないわけではなく、コンディションが良い状態の時の値からの変化量や変化率でも評価した方が良いとする報告もある<sup>15)</sup>。本研究の対象者は、研究期間の直前にも競技会に参加しており、競技会終了後3日間の休養明けの練習期間から研究が行われている。研究が行われた時期は、大学バスケットボールにおいてはプレシーズンに当たる時期であり、いくつかの競技会に出場しながらチームづくりをしている。ある程度の疲労の蓄積はやむを得ないと考えて競技に取り組んでいる時期であり、競技会後3日間の休養では十分に体調を回復できていないと考えられる状況であった。従って、コンディションが良い時期の評価がされていなかったため本研究においては検討していないが、今後基準となるデータを踏まえた上での検討が必要になると考えられる。

先行研究では、運動に伴って、酸化ストレスが増大する<sup>1,2,3,4,5,9,10)</sup>とともに抗酸化能も変動する<sup>9,10)</sup>

ことが報告されており，酸化ストレスと抗酸化能の変動はコンディショニングの重要な指標になる可能性がある。さらに今後，選手個々の基準値の評価や測定タイミング，競技以外のストレスを受けにくい対象の選択などの点を検討していく必要がある。

疲労の評価は非常に難しく，慢性疲労症候群等に対する診断基準が形を見せ始めたばかりである<sup>5,12,14)</sup>。アスリートにおける疲労の評価は多岐に渡る観点を持つ必要があると考えられており，競技スポーツ分野ならではの観点も必要かもしれない。

## V. 結 語

本研究は，競技現場における疲労の評価に関する実践的研究として，球技スポーツの競技会に向けたテーパリング期に通常行われているトレーニングセッションにおいて，酸化ストレスおよび抗酸化能を測定することで選手の疲労を評価することを目的とした。その結果，チーム全体としては概ね想定通りに選手の疲労をコントロールし，競技会に向けて準備が出来ていることが確認された。その一方で，主力選手に身体的負担がかかり疲労が蓄積されている可能性があること，特定の選手に大きな負担がかかっている可能性があることが示唆された。このような競技現場での実践的研究を積み重ねることにより，アスリートがよりよい競技生活を送ることが出来るようにすると共に，競技力向上への一助となる可能性が考えられた。

## 引用文献

- 1) T. Vasankari, U. Kujala, O. Heinonen, J. Kapanen, M. Ahotupa, Measurement of serum lipid peroxidation during exercise using three different methods : diene conjugation, thiobarbituric acid reactive material and fluorescent chromolipids, *Clinica Chimica Acta*, Vol. 234, Issues1-2, 63-69, 1995
- 2) C.K. Sen, T. Rankinen, S. Vaisanen, and R. Rauramaa, Oxidative stress after human exercise : effect of N-acetylcysteine supplementation, *Journal of Applied Physiology*, Vol. 76, 2570-2577, 1994
- 3) Leaf D., Kleinman MT., Hamilton M., Barstow TJ., The effect of exercise intensity on lipid peroxidation, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol. 29, 1036-1039, 1997
- 4) R. Lovlin, W. Cottle, I. Pyke, M. Kavanagh and A.N. Belcastro, Are indices of free radical damage related to exercise intensity, *European J. Applied Physiology and Occupational Physiology*, Vol. 56, 313-316, 1987
- 5) Finaud J., Lac G., Filaire E., Oxidative stress : Relationship with exercise and training. *Sport Med*, 36, Vol. 327-358, 2006
- 6) 大野秀樹, 鈴木健二, 人見嘉哲, 木本紀代子, 伊藤長栄, 宮澤伸子, 木崎節子, 運動とフリーラジカル, *体力科学*, 第 50 卷, 389-416, 2001
- 7) Sen C.K., Oxidants and antioxidants in exercise. *J. Applied Physiology*, Vol. 78, 675-686, 1995
- 8) 二本鋭雄, 活性酸素・フリーラジカルに対する防御システム, *化学と生物*, 第 37 卷, 554-561, 1999
- 9) Anderson H, Karlsen A, Blomhoff R, Raastad T, Kadi F, Plasma antioxidant responses and oxidative stress following a soccer game in elite female players. *Scand J Med Sci Sports*, Vol. 20, 600-608, 2010
- 10) R. Corsetti, M. Villa, M. Pasturenzi, A. Finco, and U. Cornelli, Redox State in Professional Cyclists Following Competitive Sports Activity, *The Open Sports Medicine Journal*, Vol. 6, 34-41, 2012
- 11) 永田勝太郎, 長谷川拓也, 広門靖正, 大槻千佳, 生活習慣病と酸化ストレス防御系, *心身医学*, 第 48 卷, 177-183, 2008
- 12) S Fukuda, J Nojima, Y Motoki, K Yamaguchi, Y Nakatomi, N Okawa, K Fujiwara, Y Watanabe, H Kuratsune, A potential biomarker for fatigue : Oxidative stress and anti-oxidative activity, *Biological Psychology*, Vol. 18, 88-93, 2016
- 13) 大槻毅, 清水和宏, クロレラ摂取は女子剣道選手の強化練習期間における唾液抗酸化能の低下を抑制する, *日本運動生理学雑誌*, 第 28 卷, 第 1 号, 9-19, 2021
- 14) 野島潤三, 種々の疲労状態における酸化ストレス値 / 抗酸化能値の評価, 厚生労働科学研究費補助金 (傷害者対策総合研究事業) (精神の傷害 / 神経・筋疾患分野) 研究年度終了報告書, 31-34, 2011
- 15) 関泰一, d-ROMs テストによる酸化ストレスの総合評価, *生物試料分析*, Vol. 32, No. 4, 304-306, 2009

(2022年2月9日受理)

## Fluctuations in oxidative stress during training for competitions in ball games

SUGIURA Koichi and AKAMA Takao\*

When athletes train for competitions, they taper. This allows you to control fatigue and make good condition. There are various methods for evaluating fatigue, but it is desirable to be able to evaluate it objectively. In recent years, it has become possible to easily measure oxidative stress. In this study, we attempted to evaluate the condition by measuring oxidative stress when a basketball player trains for a competition. Oxidative stress (derivatives of reactive oxygen metabolites, d-ROMs) and antioxidant capacity (biological antioxidant potential, BAP) were measured every week for university male basketball players, during three weeks training session before the competition.

Oxidative stress peaked two weeks before the competition and gradually recovered by the time just before the competition. Comparing a main player group and a substitute player group, the oxidative stress increased again just before the game in the main player group. It was thought that this was because the practice just before the competition was due to the increase in combination practice of the main players.

---

\* Faculty of Sport Sciences, Waseda University