



Report of Research

女性アスリートの
戦略的強化に向けた調査研究

～ドーピング検査によるコンディション悪化の防止～



Report of Research

研究代表者	土肥美智子	国立スポーツ科学センターメディカルセンター
研究分担者・ 研究協力者	能瀬さやか	国立スポーツ科学センターメディカルセンター（現 東京大学産婦人科）
	半谷美夏	国立スポーツ科学センターメディカルセンター
	岩原康こ	//
	鳴海絵美	//
	小椋真理子	//
	上東悦子	//
	田名部陽子	国立スポーツ科学センターメディカルセンター（現 科学部）
	山岸佐知子	元 国立スポーツ科学センターメディカルセンター
	荻根澤千鶴	元 国立スポーツ科学センターメディカルセンター（現 日本大学）
	松下紗耶未	元 国立スポーツ科学センターメディカルセンター
	赤間高雄	早稲田大学
	岡野雅人	株式会社 LSI メディエンス
	陰山信二	//
	池北紋子	//
	佐藤充彦	//
	宮本(小島)麻美	//
	井上健	//
	戎五郎	株式会社大塚製薬工場 OS-1 事業部
	近藤康得	//
三木新也	//	
近田幸雄	//	

女性アスリートの 戦略的強化に向けた調査研究

～ドーピング検査によるコンディション悪化の防止～

目次

はじめに

- I トップアスリートのドーピング検査によるコンディション悪化の現状把握のためのアンケート調査・・・2
- II ドーピング検査での適切な飲水方法の検討・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・9
- III 血液試料によるドーピング禁止物質の分析方法の開発・・・・・・・・・・・・・・・・12

はじめに

本研究は、スポーツ庁委託事業（平成28年度から、それ以前は文部科学省受託事業）女性アスリートの育成・支援プロジェクト「女性アスリートの戦略的強化に向けた調査研究」の一環として平成25年度から平成29年度にかけて、継続して実施している調査研究事業です。

私たちはドーピング検査がアスリートのコンディションに与える影響に注目し、一貫して「ドーピング検査によるコンディション悪化の防止」をテーマとして様々な調査・研究を行ってきました。

ドーピング検査を受けること、検査履歴を積み上げることは、アスリート自身の「クリーンさ」を証明するために不可欠ですが、一方で下記のように、現行のドーピング検査の実施方法は、アスリートに精神的、身体的な負担を強いるものであり、ドーピング検査を受けることによって、競技成績に悪影響を及ぼす可能性があります。

【ドーピング検査がアスリートのコンディションに悪影響を与える要因】

- 1) 現行の尿試料を用いたドーピング検査において、採尿時の監視など女性アスリートに大きな精神的負担となる
- 2) 競技や練習終了後の大量の発汗時には尿意をもよおすまでに長時間の拘束を受ける場合がある
- 3) 血液検体採取時の採血針使用など、侵襲性のある検体採取方法による、精神的、肉体的な負担や障害発生の可能性

そのため、ドーピング検査において、如何にアスリートの精神的、身体的な負担を軽減できるか、そのための検査実施方法などの検討、改善することは、最終的には「女性アスリートの戦略的強化」に留まらず、我が国や全世界のアスリートにとっても非常に有益であり、その点に本研究事業の意義があると考えています。この報告書では5か年にわたって行ってきた調査・研究をまとめたものです。すぐに血液試料への転換が図られるものではありませんが、地道かつ確実にやってきた研究が、国際オリンピック委員会（IOC）や世界アンチ・ドーピング機構（WADA）の目にとまったことは十分な成果であります。2020年の東京オリンピックに向けてさらにアスリートの負担軽減につなげることは、私たちの大きな責務と考え、今後も取り組んでいきたいと考えています。

研究代表者 土肥 美智子

女性アスリートの戦略的強化に向けた調査研究

平成 25 年から平成 29 年にかけてスポーツ庁委託事業（平成 25 年度 平成 27 年度は文部科学省受託事業）である、女性アスリートの育成・支援プロジェクト「女性アスリートの戦略的強化に向けた調査研究」において、以下の調査・研究を行った。

- I トップアスリートのドーピング検査によるコンディション悪化の現状把握のためのアンケート調査
- II ドーピング検査での適切な飲水方法の検討
- III 血液試料によるドーピング禁止物質の分析方法の開発

IIIの血液試料によるドーピング禁止物質の分析方法の開発については、WADA 認定の検査機関である株式会社 LSI メディエンスへ再委託をして行っている。

結果

アンケート対象アスリート

表 1. 対象アスリートの平均年齢

全体	男性	女性
24.7±3.46	24.7±3.32	24.8±3.6

Q1 今までのドーピング検査の回数について

今までのドーピング検査の回数について、女性は競技会でのドーピング検査の回数について、「1～5回」と答えたアスリートは51%、「6～10回」が27%、「11回～20回」が10%、「0回」が7%、「21回以上」が5%であった（図1）。競技会外でのドーピング検査について、「1～5回」と答えたアスリートは54%、「0回」が25%、「6～10回」が14%、「11回～20回」が4%、「21回以上」が3%であった（図2）。

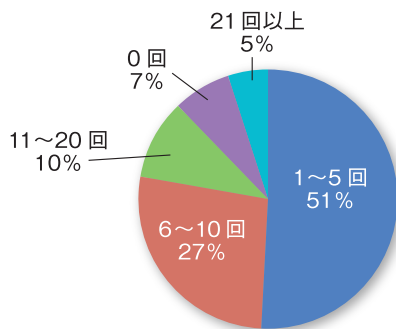


図1. 女性アスリートの競技会でのドーピング検査回数

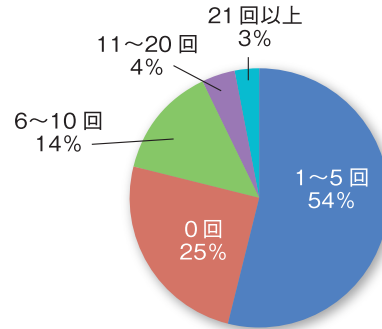


図2. 女性アスリートの競技会外でのドーピング検査回数

男性は競技会でのドーピング検査の回数について、「1～5回」と答えたアスリートは60%、「6～10回」が26%、「11回～20回」が6%、「0回」が5%、「21回以上」が2%であった（図3）。競技会外でのドーピング検査について、「1～5回」と答えたアスリートは48%、「0回」が33%、「6～10回」が12%、「11回～20回」が7%、「21回以上」が1%であった（図4）。

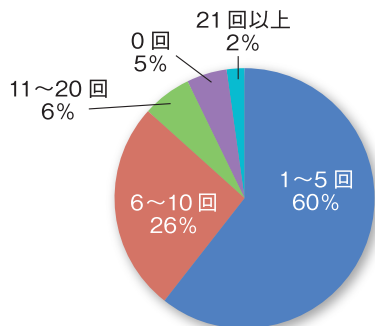


図3. 男性アスリートの競技会でのドーピング検査回数

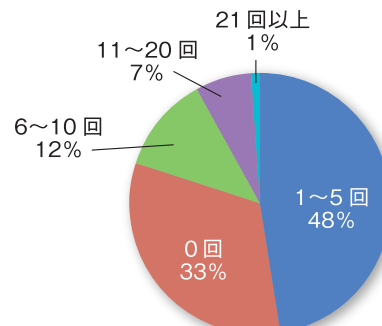


図4. 男性アスリートの競技会外でのドーピング検査回数

Q2 採尿時、監視されることにストレスや嫌な思いをした経験

「採尿時、検査員に監視されることにストレスや嫌な思いをした経験はありますか」という問いに対して、女性で「はい」と答えたのは24%で、約4人に1人のアスリートがストレスや嫌な思いを経験しており、男性で「はい」と答えたアスリートは16%で、約6人に1人のアスリートがストレスや嫌な思いを経験していることがわかった（図5）。

女性で「はい」と答えた理由として、「羞恥心」が28%と最も高く、ついで「月経中」26%、「排尿できるかどうか」と「その他」13%の順であった。男性で「はい」と答えた理由として、「排尿できるかどうか」が43%と最も高く、ついで「羞恥心」35%、「その他」13%の順であった（図6）。

女性の「その他」の回答では、「緊張」や「戸がなかった」、「排便がしたいと困る」、「言語」などがあり、男性の「その他」の回答では、「検査員が女性だった」や「検査が面倒」、「毎回自分にあたるから」などがあった。

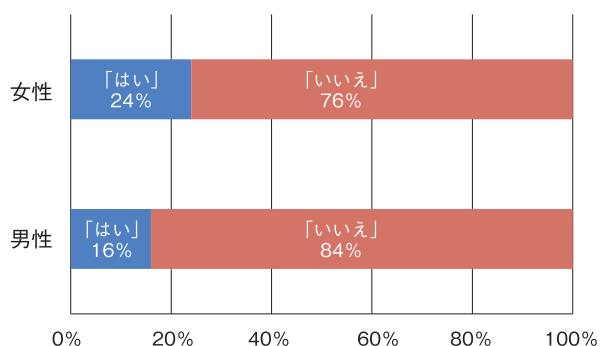


図5. 採尿時、監視されることに対してストレスと感じた経験

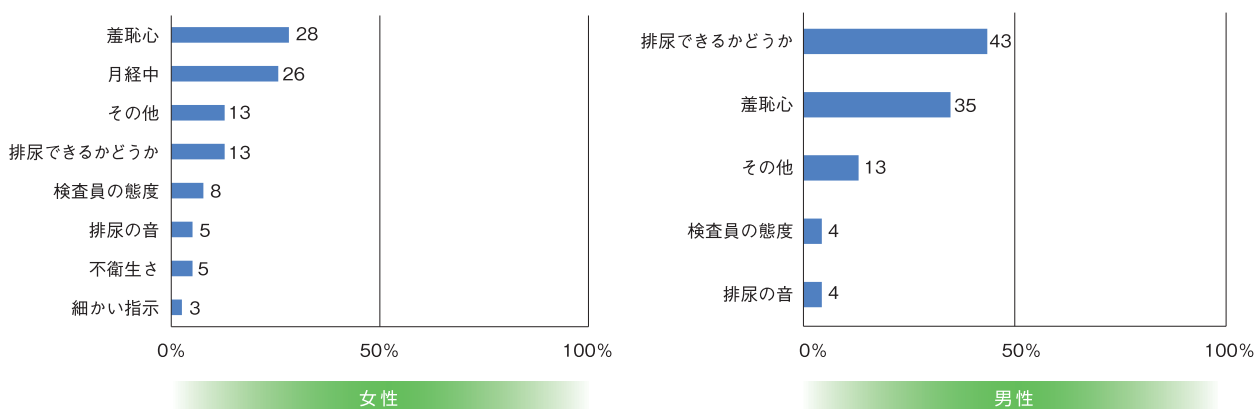


図6. 採尿時、監視されることに対してストレスを感じる項目

Q3 ドーピングを受けたことによりコンディションや翌日の試合時のパフォーマンスに影響した経験

「ドーピング検査を受けたことによりコンディションや翌日の試合時のパフォーマンスに影響した経験はありますか」という問いに対して、女性で「はい」と答えたアスリートは 15% で、約 6 人に 1 人のアスリートがドーピング検査によりコンディションや翌日の試合時のパフォーマンスに影響したと回答しており、男性で「はい」と答えたアスリートは 10% で、10 人に 1 人のアスリートがドーピング検査によりコンディションや翌日の試合時のパフォーマンスに影響したと回答している（図 7）。

女性で「はい」と答えた理由として、「頻尿」が 34%と最も高く、ついで「不十分な睡眠」21%、「その他」17% の順であった。男性で「はい」と答えた理由として、「不十分なクーリングダウン」が 36%と最も高く、ついで「その他」29%、「下痢」、「不十分な睡眠」14% の順であった（図 8）。

女性の「その他」の回答では、「むくみ」や「ウォーミングアップができない」、「疲労がたまる」などがあり、男性の「その他」の回答では、「試合直前で集中力の低下」や「休養が取れない」、「翌日残尿感がある（移動で2～3時間我慢した為）」などがあつた。

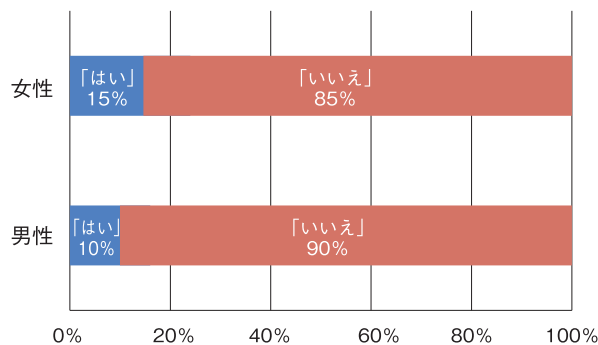


図 7. ドーピング検査によるコンディション悪化の経験

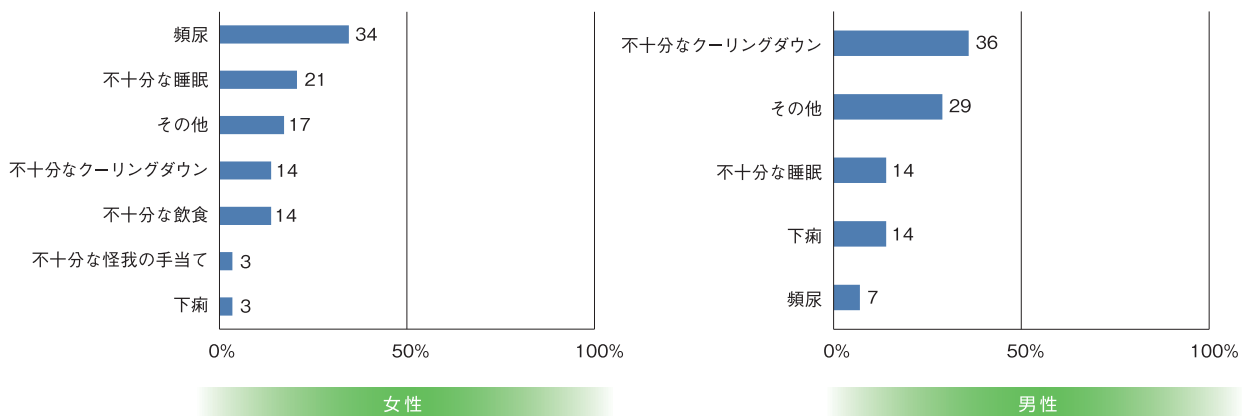


図 8. ドーピング検査によるコンディション悪化につながった項目

Q4 採尿時以外でストレスや嫌な思いをした経験

「採尿時以外でストレスや嫌な思いをした経験はありますか」という問いに対して、女性で「はい」と答えたアスリートは 28% で、約 4 人に 1 人強のアスリートが採尿時以外の場面でストレスや嫌な思いを経験しており、男性で「はい」と答えたアスリートは 34% で、約 3 人に 1 人のアスリートが採尿時以外の場面でストレスや嫌な思いを経験していることがわかった（図 9）。

女性で「はい」と答えた理由として、「待ち時間」が 21%と最も高く、ついで「帰りの時間」16%、「その他」14% の順であった。男性で「はい」と答えた理由として、「待ち時間」が 38%と最も高く、ついで「尿量の心配」20%、「その他」13% の順であった（図 10）。

女性の「その他」の回答では、「尿の濃さ」や「水を飲みすぎてトイレが近くなる」、「競技会以外でのドーピング検査が面倒」などがあり、男性の「その他」の回答では、「クールダウンするときもそばについてくる」や「尿比重がうすぐ取り直して飛行機に乗り遅れた」などがあつた。

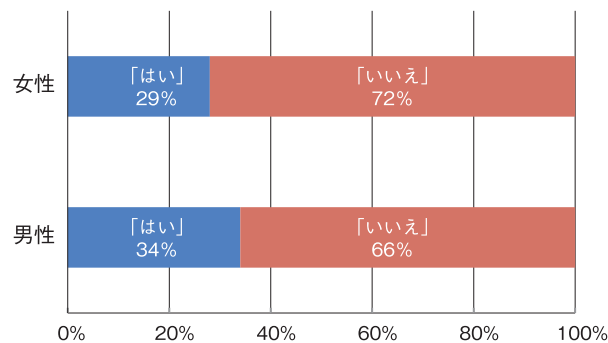


図 9. 採尿時以外でストレスを感じた経験

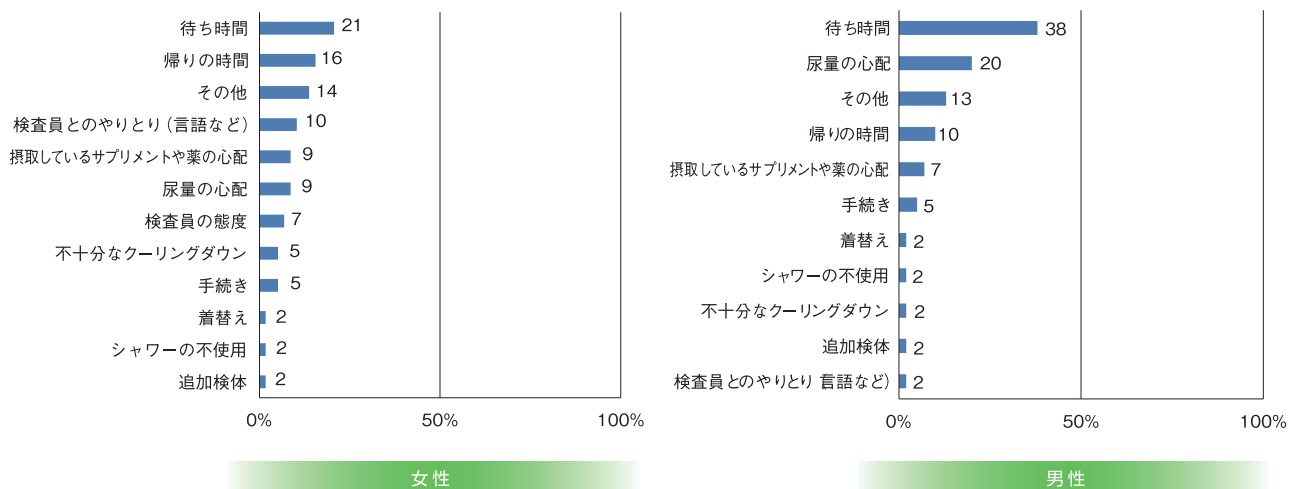


図 10. 採尿時以外でストレスと感ずる項目

Q5 今後のドーピング検査方法

「今後、血液検査のみでドーピング検査が可能となった場合、通常の採尿による検査と採血による検査のどちらを選びますか」という問いに対して、女性は「採血」と答えたアスリートが50%、「どちらでもよい」が22%、「採尿」が21%、「状況による」が7%であった。

男性は「採血」と答えたアスリートが40%、「どちらでもよい」が21%、「採尿」が35%、「状況による」が4%であった（図11）。

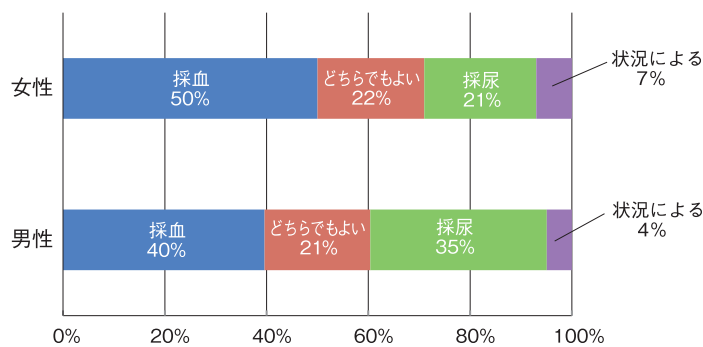


図 11. 今後希望するドーピング検査の方法

まとめ

本調査では、国立スポーツ科学センターのクリニックを利用し、ドーピング検査の経験がある20歳以上のアスリート221名を対象に、「ドーピング検査によるコンディション悪化の防止」というテーマのもとアンケート調査を行った。対象アスリート221名のうち女性100名、男性121名で、男女比は女性45%、男性55%であった。

今まで受けたドーピング検査の回数について、競技会でのドーピング検査では男女ともに「1～5回」「6～10回」「11～20回」「0回」「21回以上」の順に回答が多かった。

競技会外においても男女ともに「1～5回」「0回」「6～10回」「11～20回」「21回以上」の順に回答が多かった。競技会においてドーピング検査を受けたことのないアスリートは非常に少なく、ほとんどのアスリートがドーピング検査を経験したことがあると答えた。一方、競技会外でのドーピング検査においては約3人に1人のアスリートがドーピング検査を経験したことがないと答えた。

「採尿時、監視されることにストレスや嫌な思いをした経験があるか」という問いに対して、ストレスや嫌な思いを経験したことがあると答えた女性は24%で、男性は16%であり、女性のほうが男性よりもストレスを感じているアスリートの割合が高かった。ストレスを感じる項目として、男女ともに「羞恥心」が最も高く、女性は「羞恥心」について「月経中」と女性特有の理由が挙げられた。

つぎに、「ドーピング検査を受けたことによりコンディションや翌日の試合時のパフォーマンスに影響した経験はあるか」という問いに対して、コンディションの悪化につながったと回答したアスリートは女性が15%、男性が10%と、こちらも女性のほうが男性に比べて高い割合であった。コンディション悪化につながった項目として、女性は「頻尿」が34%、男性は「不十分なクーリングダウン」が36%と、それぞれ最も高い割合であった。女性で最も高かった「頻尿」34%の項目に対して、男性は「頻尿」7%と女性に比べて低い割合であった。この点から、女性は男性に比べて飲水を必要以上に摂る傾向があると思われる、その結果、頻尿につながりコンディションを悪化させる要因になっていることが推測される。

続いて、「採尿時以外でのストレスや嫌な思いを経験したことがあるか」という問いに対して、採尿時以外でストレスや嫌な思いを経験したことがあると答えたアスリートは、女性が 28%、男性が 34% であり、男性のほうが女性に比べてストレスを感じているアスリートの割合が高かった。ストレスを感じる項目として男女ともに最も高かったのが「待ち時間」であった（男性 38%、女性 21%）。

女性は採尿時監視されることによりストレスを感じたことのあるアスリートが 24% で、採尿時以外でストレスを感じることがあるアスリートは 28% と、採尿時よりもそれ以外の場面でストレスを感じているアスリートの割合がわずかに高かった。

男性は採尿時監視されることにストレスを感じたことのあるアスリートが 16% だったのに対して、採尿時以外でストレスを感じることがあるアスリートは 34% であり、採尿時よりもそれ以外の場面でストレスを感じているアスリートの割合が高かった。以上から、採尿時の監視がストレスであることは女性に特徴的な問題点と捉えられると思われる。

最後に「今後、血液検査のみでドーピング検査が可能となった場合、通常の採尿による検査と採血による検査のどちらを選ぶか」という問いに対して、女性は「採血」50%、「採尿」22% と、「採尿」よりも「採血」のほうが大幅に上回った。男性は「採尿」35%、「採血」40% と、「採尿」よりも「採血」がわずかに上回ったものの、あまり大きな差はなかった。

採尿によるドーピング検査は採尿時に検査員に監視されることもあり、女性は男性に比べて、「恥ずかしさ」や「月経中」という女性特有の問題からも苦痛が伴うものであり、今後「採血」でのドーピング検査を希望すると答えた女性アスリートが半数を占めたのではないかと考えられる。

これらの結果から、ドーピング検査において採尿時やそれ以外の場面でストレスや嫌な思いを経験しているアスリートがおり、また、ドーピング検査によってコンディションの悪化につながったアスリートがいることが確認できた。試合でいかにベストパフォーマンスに持っていけるかがアスリートにとってとても重要なことであり、試合に向けてコンディションを整えることに努力し、試合に挑んでいるにも関わらず、ドーピング検査によりコンディションを悪化させてしまうアスリートがいるのは事実である。それも、決して少ない人数とはいえない。この事実は、アスリートにとってもチームにとっても、とても深刻な問題である。

アスリートの精神的負担、生理的負担を少しでも減らすために、今後血液検査によるドーピング検査の導入が必要であると考え。また、今後ドーピング検査において採尿と採血による検査では「どちらでもよい」が男女ともに 21% で、「状況による」が女性 6%、男性 5% であった。「状況による」と答えたアスリートは、その時のコンディションや状況に応じて「採血」か「採尿」のどちらかを選択したいと考えていることが推測される。これらの数字からみても、検査時のアスリートのコンディションや状況に合わせて、「採尿」と「採血」のどちらかを自分で選択できることが望ましいのではないかと考える。例えば、検査時に尿がすぐに出る状態や採血が苦手なアスリートは「採尿」による検査を、月経中や尿がすぐでる状態でないときは「採血」による検査というように、自分で選択できることでドーピング検査による精神的ストレスやコンディション悪化の防止につながるのではないかと考える。

II ドーピング検査での適切な飲水方法の検討

目的

競技後の尿検体によるドーピング検査時に、効果的な飲水方法、及び飲料の種類を検討した。

実験

1

競技後の尿検体によるドーピング検査時に、効果的な飲水方法

対象および方法

1. 対象

成人女性アスリート 14 名を対象とした。年齢は 20 ~ 22 歳、平均 21.2 ± 0.2 歳であった。

2. 方法

研究デザインは無作為に割り付けた 3 群（1 回先行群、2 回先行群、4 回先行群）からなるクロスオーバー実験である。

排尿を十分に行った後、体重、体温、心拍、血圧を測定し、採血する。

トレッドミル、エルゴメーター、ローイングエルゴメーターを利用して体重 1% の脱水になるまで運動を行ってもらう。その後、体重、体温、心拍、血圧、採血、採尿を行う。水（クリスタルガイザー（大塚食品（株））800ml を 1 回先行群は直後に、2 回先行群は直後と 1 時間後の 2 回に分けて、4 回先行群は直後と 30 分ごとの 4 回にわけて飲水してもらう。運動終了から 30 分おきに 180 分まで採血、採尿、体重測定を行う。180 分においては採血、採尿し、体温、心拍、血圧を測定する。運動終了から 180 分までの間は安静に 25℃40% の環境下で待機する。評価項目は尿量、尿比重、尿浸透圧、尿中電解質濃度（Na、K、Cl）、血中電解質（Na、K、Cl）、血清浸透圧である。

統計解析は、尿量については各時点と飲水終了後 30 分（60 分）までの（平均値、標準偏差、最大値、中央値、最小値）を求め、3 群間で比較する（Tukey 検定、有意水準は両側 5%）。その他の各項目について（平均値、標準偏差、最大値、中央値、最小値）を求め 3 群間で比較する（Tukey 検定、有意水準は両側 5%）。また、平均値の差の 95% 信頼区間を求める。

結果

1. 飲水後 60 分で 1 回摂取群において尿量が有意に多かった(図 1)。また尿比重(図 2)、尿浸透圧も有意に低下した。
2. 飲水後早い段階で尿比重が 1.005 未満となった症例が多かったのは 1 回摂取群であった。
3. 血清浸透圧は飲水後 30 分の時点で 800mL < 400mL < 200mL の順であった。

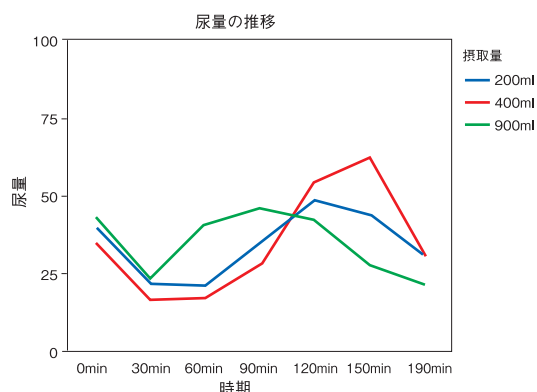


図 1 摂取方法と尿量の関係

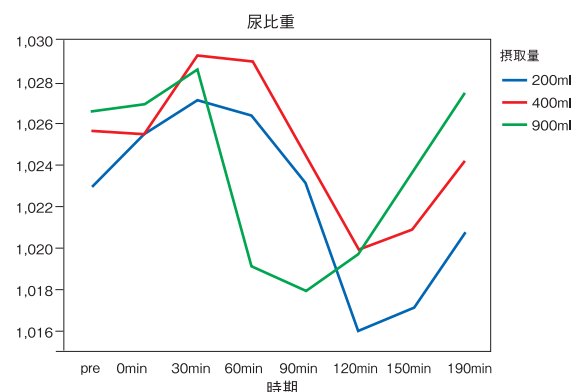


図 2 摂取方法と尿比重の関係

考察

水の摂取量は 800 mL 群で最も速く尿量の確保ができた。しかしその反面、尿比重は水摂取群では基準値 (1.005) 未満となる場合が高かった。ドーピング検査では規定の尿量と尿比重を確保する必要があるため、水の 1 回摂取ではこの条件をクリアできない可能性が高い。このような観点から次のステップとして、飲料水の種類により尿量と尿比重にどのような違いがみられるか検討する必要がある。

実験

2

飲料の種類を検討

対象および方法

1. 対象

成人女性アスリート 16 名を対象とした。年齢は 20 ~ 21 歳、平均 20.1 ± 0.2 歳であった。

2. 方法

研究デザインは無作為に割り付けた 3 群 (水摂取群、経口補水液 OS-1 摂取群 ((株式会社大塚製薬工場)、ポンジューズ摂取群 (えひめ飲料)) からなるクロスオーバー実験である。経口補水液 OS-1 は低浸透圧性で成分として 100ml あたりナトリウム 115mg(5mEq)、ブドウ糖 1.8g、カリウム 78mg(2mEq)、塩素 177mg (5mEq)、マグネシウム 2.4mg、リン 6.2mg を含んでいる。ポンジューズは濃縮還元 100% のオレンジジュースでありナトリウム 0%、10% の糖類を含んでおり、そのため高浸透圧性飲料である。

排尿を十分に行った後、体重、体温、心拍、血圧を測定し、採血する。

トレッドミル、エルゴメーター、ローイングエルゴメーターを利用して体重 1% 相当の脱水になるまで運動を行う。その後、体重、体温、心拍、血圧、採血、採尿を行う。実験 1 の結果を元に、異なる 3 種類の飲料水 800ml を 1 回で 5 分以内に飲水する。運動終了から 30 分おきに 180 分まで採血、採尿、体重測定を行う。180 分においては採血、採尿し、体温、心拍、血圧を測定する。運動終了から 180 分までの間は安静に 25℃40% の環境下で待機する。評価項目は尿量、尿比重、尿浸透圧、尿中電解質濃度 (Na、K、Cl)、血中電解質 (Na、K、Cl)、血清浸透圧である。

統計解析は、尿量については各時点と飲水終了後 30 分 (60 分) までの (平均値、標準偏差、最大値、中央値、最小値) を求め、3 群間で比較する (Tukey 検定、有意水準は両側 5%)。その他の各項目について (平均値、標準偏差、最大値、中央値、最小値) を求め 3 群間で比較する (Tukey 検定、有意水準は両側 5%)。また、平均値の差の 95% 信頼区間を求める。

結果

1. 飲水後 90 分の時点での尿量は水摂取群が有意に多かった (図 3)。
2. オレンジジュース摂取群は 150 分以降有意に尿量が多かった (図 3)。
3. 飲水後 60 分後と 90 分後で水摂取群において尿比重 1.005 以下の比率が有意に多かった (図 4)。
4. 飲水後 30 分後と 60 分後で OS-1 摂取群において血清浸透圧が水摂取群と比較して有意に高かった。

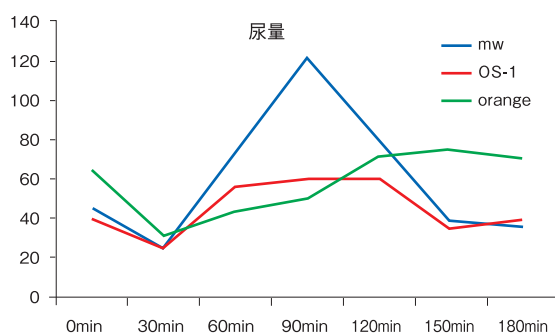


図 3 飲料水の種類と尿量の関係

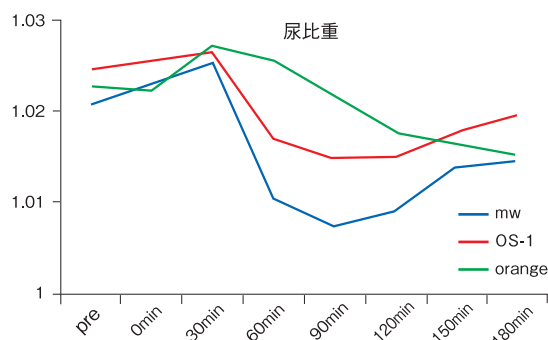


図 4 飲料水の種類と尿比重の関係

考察

水摂取群の尿量は最も多いが、尿比重が低く、オレンジジュース摂取群は比重の低下はないものの、初期尿量が少ないという結果になった。一方で、両群と比較すると OS-1 摂取群は血清浸透圧もある程度高いことから初期尿量を確保しつつ、尿比重の低下を軽度に抑制できており、かつ脱水も改善していると考えられ、OS-1 のような低浸透圧性で適切な電解質を含む飲料がドーピング検査には適していると考えられた。

まとめ

今回の 2 つの実験を通じ、飲水の方法と飲料水の種類により、尿量と尿比重に様々な影響があることが明らかになり、飲水の方法と飲料水の種類を考慮することで、ドーピング検査による精神的、肉体的に負担を軽減できる可能性が示唆された。

Ⅲ 血液試料によるドーピング禁止物質の分析方法の開発

1. 禁止物質に関する調査・研究

現行のドーピング検査では、尿検体、血液検体（全血・血清）の2つが検体として取り扱われている。しかし、上記のように検体の採取方法がアスリートのコンディションを悪化させる大きな要因として考えられ、その点の改善が本研究のカギとなると考えた。

そこで、私たちは、微量採血を可能とする「穿刺採血」と「乾燥血液スポット（Dried Blood Spot：DBS）」のを試料とする分析の組み合わせに注目した。

下表に示した通り、アスリートのコンディション悪化を防止する観点からは、「穿刺採血によるDBS検体の採取」が、アスリートの負担の軽減に最も効果を発揮するのではと考えられ、本研究事業ではドーピング検査におけるDBS検体の可能性についての検討を行うことにした。まず、私たちは「DBSはドーピング検査における“検体”になり得るのか？」を検討した。即ち、「禁止表国際基準」に規定されている禁止物質が（どの程度、範囲）検出可能なのかについて、調査・研究を進めることにした。

表1：検体種別とその特徴

検体種別	採取時間	必要量	侵襲性	搬送・保管	その他
尿	数分～数時間	最小 90ml	低い 同性の検査員が看視	・ 検体の運搬コストが高い ・ 広い保管スペースが必要	同性の検査員が採尿時に監視する。
血液 (採血管)	数分	全血：3ml×2本 血清：5ml×2本 ※最大量	高い 上腕部等に 採血針を使用	・ 温度管理が必要、凍結不可 ・ 検体の転倒に注意が必要 ・ 広い保管スペースが必要 ・ 全血は長期保管不可能	侵襲性が高いため、障害等発生の可能性がある。
DBS (穿刺採血)	数分	100μl	中 指先などに穿刺	・ カード形態であり軽量 ・ 広い保管スペースが不要 ・ 長期保管が可能	

2. 禁止物質の検出

ドーピング検査においては、数百種類の個別の禁止物質を検出する必要があり、そのために「簡易な手順で高感度かつ網羅的な分析法」を開発する事が重要となる。

私たちは、DBS 検体を各年度における研究において、その時点で考えられる最新、最適の方法、分析機器を用いて検討を行った。また、現行の尿検体分析との比較のため、必要に応じて投与試験を実施した。

以下に研究内容の概要をまとめる。

表2：研修事業の進捗一覧

実施年度	検出対象	概要	研究に使用した機器	備考
平成 25 年度	興奮薬 6 種類	濃度差はあったが、尿検体と同様に検出可能。DBS 分析法の確立	タンデム四重極質量分析計 Acquity UPLC/ QuattroMicro API System (Waters)	投与試験を実施
平成 26 年度	血漿増量剤 3 種 DBS：HES、Dextran 静脈血：Glycerol	ガスクロマトグラフ質量分析法による Glycerol の検出 DBS を試料とする血漿増量剤の分析法の確立	HES・Dextran： タンデム四重極質量分析計 Acquity UPLC / Xevo TQ-S System (Waters) Glycerol：ガスクロマトグラフ質量分析装置 Agilent 6890GC/5973MS (Agilent)	投与試験を実施
平成 27 年度	興奮薬 54 種	興奮薬の網羅的分析を実現	飛行時間型質量分析計 Acquity UPLCTM I-Class / Xevo G2XS Q-TOF System (Waters)	
平成 28 年度	興奮薬・麻薬類 105 種	競技会検査時に禁止される物質の網羅的検出を実現	タンデム四重極質量分析計 Acquity UPLCTM I-Class / Xevo G2XS Q-TOF System(Waters)	

※測定に使用したカラム、前処理方法、測定条件等の詳細は報告書をご参照ください。

4 年にわたる研究の結果、DBS 検体を用いた「競技会時に禁止される物質の検出」が可能となった。これは、競技会時において「DBS 検体のみ採取を行う、尿・血液（採血管）検体の採取を行わない」検査実施方法の選択肢が増えることを意味し、試合終了後における長時間拘束等の問題を改善、また、採尿監視時の制式的負担を解消できる可能性がある。将来的にはたんに同化剤のように常に禁止される物質は、競技会外検査などの充実による検出を行い、競技会時においては競技会時禁止の物質のみを検査対象とする検査実施方法が運用され、ドーピング検査におけるアスリートのコンディション悪化を可能な限り軽減できると考えている。

【用語解説】

◇**禁止表国際基準**：World Anti-Doping Agency(WADA) が規定する、ドーピング検査において禁止されている物質・方法の一覧。「常に禁止される物質・方法」と「競技会時において禁止される物質・方法」「特定競技において禁止される物質・方法」「監視プログラム」で構成されている。

◇GC/MS: ガスクロマトグラフ質量分析計

気体中の成分を分離し、物質の質量を測定し、物質を検出する分析計
上記表の「Agilent 6890GC/5973MS」が該当。

◇LC/MS：液体クロマトグラフ質量分析計

液体中の成分を分離し、物質の質量を測定し、物質を検出する分析計。

◇LC/MS/MS: 液体クロマトグラフィー・タンデム質量分析計

LC/MS にさらに質量分析計 (MS) を追加設置し、より物質をフラグメント化 (断片化すること) で物質の検出能力を向上させている。さらに分析能力の高い UPLC/MS/MS という種類もある。

上記表の「Acquity UPLCTM / QuattroMicro API System (Waters)」「Acquity UPLCTM / Xevo TQ-S System (Waters)」が該当する。

◇TOFMS: 飛行時間型質量分析計

加速させた荷電粒子の飛行時間を測定することにより、物質の精密質量を測定する分析計

上記表の「Acquity UPLCTM I-Class / Xevo G2XS Q-TOF System (Waters)」が該当する

3. 実践的な DBS 検体採取法の検討

前述の通り、分析の側面では競技会時禁止物質の検出に DBS はドーピング検査における検体として十分に利用可能であることが確認できた。次に私たちは、ドーピング検査における DBS 検体採取手順の検討、採取現場におけるアスリートの負担軽減の検討を行った。実際にアスリートから DBS 検体を採取することにより、アスリートがどのように感じるのか、現場での運用に向けての改善点を明らかにすることを目的としている。

平成 29 年度、私たちは女性アスリート 13 名の協力を得て、実際のドーピング検査に類似した環境において DBS 検体を採取し、アスリートが感じた印象などについて調査を行った。

調査の結果、多くのアスリートにおいて採取前より採取後に穿刺採血の印象が良くなっていること、多くのアスリートが現行の尿検体、血液（採血管）の採取ではなく、穿刺採血による DBS 検体を希望することが確認でき穿刺採血による DBS 検体の採取は実際のアスリートにとっても良い印象で受け取られていることが確認できた。また、コメントより、ドーピング検査員、採取要員からのわかりやすい説明、採取技術の向上などがよりアスリートの負担軽減に向けて重要な点であることが確認できた。

資料 2. 穿刺採血についてのアンケート調査の質問表

穿刺採血による、血液検体採取の有効性に関する調査 アンケート

本日は本研究事業にご協力いただきありがとうございます。以下アンケートへのご協力をお願いいたします。

検体番号：

記入日：

A. アスリート情報

☆年齢：

☆競技種目：サッカー

☆競技歴：

☆主な国際大会出場経験（日本代表選出など）：

☆ドーピング検査を受けた経験： ある ・ ない

※「ある」と回答された方 以下の具体的な実施情報、印象などを思い出せる範囲で記入してください。

☆大会名： オリンピック・アジア大会・ユニバーシアード・その他国際大会・その他国内大会・派遣前検査

☆回数： 3回以上 ・ 1~2回 ・ 1回

☆印象などを記入してください。

【

】

B. 本日の状況

☆本日の試合への出場状況を記入してください：

フル出場 ・ 途中交代※（ ） ・ 出場なし

※後半 30 から出場、前半で交代 など

☆現在の疲労の状況を記入してください：

とても疲労している ・ すこし疲労している ・ まったく疲労していない

表3：穿刺採血についてのアンケート調査 穿刺採血の実施前の印象の変化

被験者番号	説明直後の印象 (実施前)	採血後の印象 (実施後)	回答理由
1	4	4	針が痛くなかった。
2	3	3	最初は痛みなどの程度がわかりませんでした、実際には、短時間ですみ、痛みも少なかったので良かった。
3	5	5	はじめは痛いと思ったけど、そこまで痛くなかった。
4	4	4	説明通りだったので、不安なくできた。
5	4	4	全然痛くなかった。
6	5	5	プリントもわかりやすかった。
7	2	4	怖かったけど、怖くないように話しかけてくれた。
8	5	5	とても整った環境でできて安心した。
9	5	5	丁寧に説明してくれた。
10	4	4	特に恐怖心もなくできた。
11	4	5	少し怖かったが、説明を受けて安心して受けられた。
12	5	4	思っていたより刺激がすごかった
13	3	5	不安があったが、すぐに終わって痛みもなかった。

☆印象：5段階評価 5：最高評価

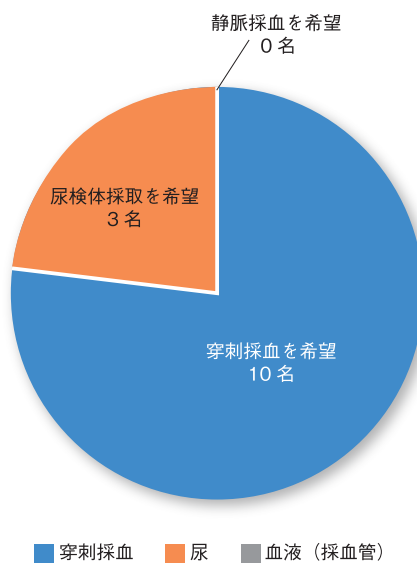


図1. 検体の採取方法の選択についてのアンケート調査 (穿刺血実施後に実施)

4. 国際的な成果公表

本研究事業によって得られた研究成果をアンチ・ドーピング分析に関する国際ワークショップで公表した。また、DBSの有効性はIOCが注目することとなり、2017年にはIOCがDBS研究のエキスパートによる国際会議を開催した。上述の国際ワークショップ等で発表の実績を持つ私たちも会議への出席要請を受け、研究成果を公表しました。DBS検体会議の結果、WADAも、ドーピング検査へのDBS導入の有効性を認め、今後の導入へ向けて作業が開始される見込みとなった。

以下は本研究事業の成果を発表した主な実績である

表4：研究成果発表実績

日程	会議・ワークショップ名	発表論文著者・発表者	発表論文名・題
2014年3月30日 ～4月4日	Manfred Donike 32nd Cologne Workshop on Dope Analysis	Kojima A, Okano M, Sato M, Nishitani Y, Dohi M, Kageyama S.	Advantage of blood analysis for in-competition testing; Excretion studies of ephedrine and methylephedrine.
2015年3月1日 ～6日	Manfred Donike 33rd Cologne Workshop on Dope Analysis	Kojima A, Okano M, Dohi M, Kageyama S.	Analysis of polysaccharides dextran and hydroxyethylstarch in dried blood spot and urine.
2017年11月24日	IOC DBS for anti-doping purposes: pros and cons of this micro sampling approach	Okano M.	DBS analysis in doping control - Our points of view

5. まとめ

上記の通り、本研究において、穿刺採血によるDBS検体の採取は女性だけに留まらず、アスリート全体にとってドーピング検査におけるコンディション悪化を防ぐ有力な方法であることが明らかとなった。今後の課題としては、検出可能な禁止物質の範囲拡大、より実践的な検体採取方法等の検証等が挙げられる。

また、上述の通り、昨年はIOC、WADAにも研究成果を公表し、その有効性が認められた。今後、新たなドーピング検査実施方法として実際の運用開始に向け、本研究事業の成果を世界中の関係機関とどのように共有、推進していくかも検討課題となる。

国際的な大規模競技会を控えている我が国がアスリートの負担軽減、アスリートファーストを考えたドーピング検査方法の研究を推進することは、スポーツ界全体に対し、力強いメッセージとなることを確信している。

本研究を推進することを通して、ドーピング検査における女性アスリートのコンディション悪化の防止、国際的なスポーツ界全体へ貢献をと考えている。

Report of Research

女性アスリートの 戦略的強化に向けた調査研究

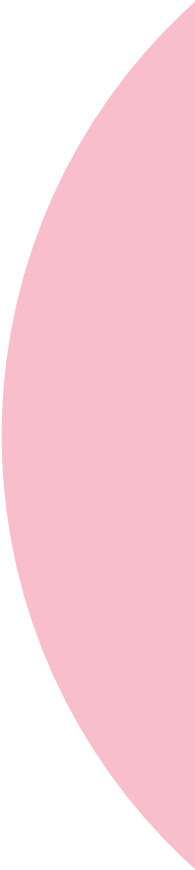
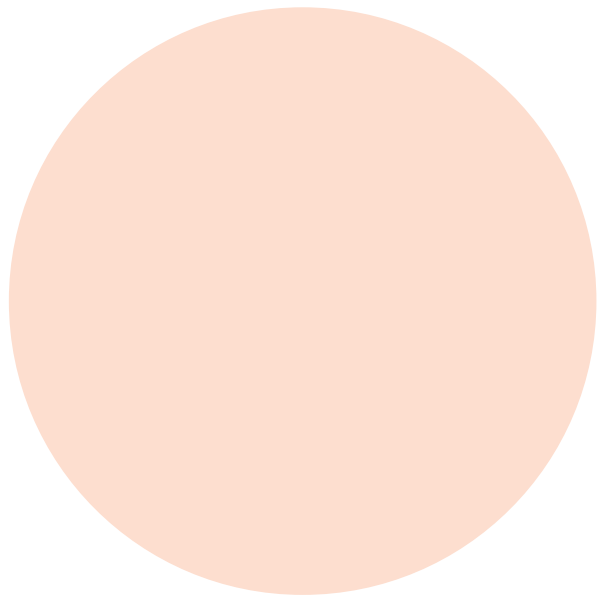
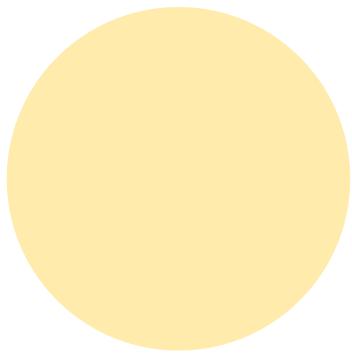
～ドーピング検査によるコンディション悪化の防止～

発行日 2018年3月5日

発行 独立行政法人日本スポーツ振興センター
国立スポーツ科学センター

制作 有限会社丸産印刷
印刷・製本

本書を無断で複製・転載することは、著作権法上の例外を除き禁じられています。



JAPAN SPORT
COUNCIL
日本スポーツ振興センター

