



マカ含有食品「テスオール[®]」の 継続摂取が男性の疲労感および 唾液中テストステロンに及ぼす影響： 無作為化プラセボ対照試験

光本智恵子¹⁾／田中大貴¹⁾／中村ちの²⁾／二分茂礼³⁾／竹田竜嗣⁴⁾

● 要旨

目的：マカ (*Lepidium meyenii*) は、古くから体力増強や活力向上を目的として利用されてきた植物である。本研究では、マカ含有食品「テスオール[®]」の継続摂取が30～50代男性の疲労感、QOL関連指標および唾液中テストステロン濃度に及ぼす影響を評価することを目的とした。

方法：最近男性機能の衰えが気になる30～50代の健常男性52名を対象に、テスオール[®]群またはプラセボ食品群に割り付け、8週間継続摂取させる無作為化二重盲検プラセボ対照並行群間試験を実施した。主要評価項目は唾液中テストステロンとし、副次評価項目はQOLアンケートであるPOMS2、AMSスコア、IIEF5スコアおよび体感VASとした。唾液中テストステロンは摂取前、摂取4週後、摂取8週後に測定し、各QOL指標についても同時点で評価した。

結果：試験はテスオール[®]摂取群26名、プラセボ食品摂取群26名で開始し、脱落者が各群1名ずつ認められ、全50名で試験を完遂した。完遂者50名を解析対象とした。唾液中テストステロン値は、摂取前には群間差を認めなかったが、摂取8週後の実測値においてテスオール[®]摂取群がプラセボ食品摂取群と比較して有意な高値を示した。また、変化量(Δ4週、Δ8週)においてもテスオール[®]摂取群が有意な増加を示した。POMS2では、「活気—活力(VA)」の変化量(Δ4週、Δ8週)において、テスオール[®]摂取群がプラセボ食品摂取群と比較して有意な改善を示した。体感VASでは、「体の疲れ」の項目において、摂取4週後、摂取8週後および変化量(Δ4週、Δ8週)で群間差が認められ、テスオール[®]摂取群で有意な改善が認められた。一方、AMSスコアおよびIIEF5スコアでは有意な群間差は認められなかった。なお、試験期間を通じて有害事象および副作用は認められなかった。

結論：テスオール[®]の8週間継続摂取は、30～50代男性において唾液中テストステロンの増加および主観的疲労感の軽減、ならびに活気・活力の改善に寄与する可能性が示唆された。以上より、テスオール[®]は男性の活力維持および疲労感軽減に有用である可能性がある。

キーワード：マカ、テスオール[®]、*Lepidium meyenii*、疲労感、テストステロン、QOL、無作為化プラセボ対照試験

1. はじめに

疲労 (fatigue) は、現代社会において多くの成人が経験する代表的な健康問題の一つであり、身体的および精神的パフォーマンスの低下や生活の質

(quality of life : QOL) の低下と密接に関連することが知られている¹⁾。慢性的な疲労は、身体活動能力の低下、集中力の低下、意欲の減退などを引き起こし、個人の健康状態のみならず社会活動にも影響を及ぼす重要な問題である²⁾。疲労の発生には、エ

1) 株式会社すこやか工房 2) 横浜みのるクリニック 3) 株式会社 EAS 4) 関西福祉科学大学 健康福祉学部 福祉栄養学科

エネルギー代謝の低下, 酸化ストレスの増加, 自律神経機能の変化など複数の生理学的要因が関与することが報告されており, その発生機序は多因子的であると考えられている³⁾。

男性においては, これらの要因に加えて内分泌機能の変化が疲労感に影響することが報告されている。特に男性ホルモンであるテストステロンは, 筋肉量の維持, エネルギー代謝, 精神的活力などに関与する重要なホルモンであり, その低下は疲労感, 抑うつ傾向, 意欲低下などと関連することが知られている⁴⁾。加齢に伴うテストステロン濃度の低下は, いわゆる加齢男性性腺機能低下症 (late-onset hypogonadism : LOH) の一因として知られており, 中年期以降の男性における活力低下や QOL 低下の背景因子として注目されている⁴⁾。近年では, 唾液採取を必要としない非侵襲的な評価方法として唾液中テストステロンが利用されており, 唾液中テストステロンは血中遊離テストステロン濃度を反映する指標として広く用いられている⁵⁾。

このような背景から, 栄養学的介入によって疲労感や活力低下を改善する試みが注目されている。なかでも, 南米アンデス地域を原産とするマカ (*Lepidium meyenii*) は, 伝統的に体力増強や活力向上を目的として摂取されてきた植物である。マカはアブラナ科に属する植物であり, その肥大した根部は古くから食品および薬用植物として利用されてきた⁶⁾。ペルーの高地地域では, マカは滋養強壮, 疲労回復, 性機能改善などの目的で利用されてきたとされ, 現在では健康食品素材として世界的に利用が広がっている⁷⁾。マカ根部には糖質, タンパク質, 脂質のほか, カルシウムや鉄などのミネラルが豊富に含まれており, 栄養価の高い食品として知られている⁸⁾。さらに, マカには特徴的な生理活性成分として, マカミド (macamides), マカエン (macaenes), ポリフェノール, グルコシノレート類などが含まれていることが報告されている⁹⁾¹⁰⁾。マカミドはマカに特有の脂肪酸アミド化合物群であり, 中枢神経系に作用する可能性が報告されている。マカミドは神経伝達やストレス応答の調節を通じて精神的活力や疲労感に影響を及ぼす可能性があると考えられている⁹⁾。また, 抗酸化作用や神経保護作用を有することが報告されており, これらの作用を通じて疲労感の軽減に寄与する可能性が示唆さ

れている¹⁰⁾。一方, マカに含まれるグルコシノレート類も重要な機能性成分として注目されている。グルコシノレートはアブラナ科植物に広く存在する含硫黄化合物であり, 酵素ミロシナーゼによる加水分解によってイソチオシアネートなどの生理活性物質を生成することが知られている¹¹⁾。マカに含まれる主要なグルコシノレートとしてベンジルグルコシノレート (benzyl glucosinolate : glucotropaeolin) が知られており, この化合物は加水分解によりベンジルイソチオシアネートなどの活性物質を生成する¹²⁾。これらの代謝産物は抗酸化作用や抗炎症作用, 代謝調節作用を示すことが報告されており, 酸化ストレスの軽減やエネルギー代謝の改善を通じて疲労軽減に寄与する可能性が示唆されている¹¹⁾¹³⁾。さらに, グルコシノレート由来成分は内分泌系の調節にも関与する可能性が指摘されており, 男性ホルモン動態との関連も注目されている¹³⁾。ヒト研究においても, マカ摂取が男性の性機能や心理状態に及ぼす影響についていくつかの報告がある。健康成人男性を対象とした研究では, マカ摂取により性欲の改善や心理的ウェルビーイングの向上が認められたことが報告されている¹⁰⁾¹⁴⁾。しかしながら, これまでの研究の多くは性機能や運動パフォーマンスに焦点を当てたものであり, 中年男性における疲労関連 QOL と内分泌指標を同時に評価した研究は限られている。

以上の背景から, 本研究ではマカに着目し, 30 ~ 50 代男性を対象としてマカ摂取が疲労関連 QOL および唾液中テストステロン濃度に及ぼす影響を検討することを目的とした。

2. 倫 理

本試験は, こぶな整形外科倫理審査委員会承認後, ヘルシンキ宣言 (2013 年改訂) に基づく倫理的原則および「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (2022 年一部改正)」を厳守し実施した。被験者へのインフォームドコンセント実施後, 書面による試験参加の同意を得て実施した。また, 本試験の計画は, 大学病院医療情報ネットワーク研究センターが運営する臨床試験登録システム (UMIN-CTR) に, 被験者の募集開始前に登録した。登録 ID は UMIN000059216 であった。

3. 対象者

試験対象者は、疾病に罹患していない成人男性とし、以下の選択基準に合致し、除外基準に該当しない者とした。

【選択基準】

- (1) 30代～50代の最近男性機能の衰えが気になる健常な男性
- (2) BMIが30 kg/m²未満の者
- (3) 現在、妊娠を目的とした性活動をしていない男性
- (4) 不妊治療を受けていない者
- (5) 現在喫煙していない者（1年以上禁煙が続いている者）
- (6) 文書により自発的な試験参加の同意が得られる者

【除外基準】

- (1) 現在、何らかの疾患で薬剤を投与されている者
- (2) 本被験食品の関与成分食品、健康食品を摂取している者
- (3) 機能的勃起不全の者
- (4) 糖代謝、脂質代謝、肝機能、腎機能、心臓、循環器、呼吸器、内分泌系、免疫系、神経系の重篤な疾患あるいは精神疾患のある者。および、その既往歴を有する者
- (5) 直近の健康診断などで臨床検査値に異常がみられたことがあり、試験参加に問題があると判断された者
- (6) 治療中の疾患がある者、あるいは投薬治療を必要とした重篤な疾患既往歴のある者
- (7) 試験に関連してアレルギー発症のおそれがある者
- (8) 生活習慣アンケートの回答結果から、被験者として不適当と判断された者
- (9) 本試験開始時に他の臨床研究に参加している者
- (10) 試験責任医師（または試験実施責任者）が試験参加に不適当と判断する者

4. 試験デザインおよび被験者の制限事項

試験デザインは、無作為化二重盲検並行群間試験として実施した。また、被験者の試験期間中の制限

表1 試験食品の栄養成分

栄養成分	プラセボ食品	マカ含有食品
エネルギー (kcal)	1.26	1.95
タンパク質 (g)	0.00	0.04
脂 肪 (g)	0.0046	0.0200
炭水化物 (g)	0.30	0.41
食塩相当量 (g)	0.0000	0.0066
ベンジルグルコシレート (mg)	-	6.4

2粒（1日摂取量）当たり

事項としては、試験参加前の食事、飲酒、運動、就寝、喫煙等の生活習慣を大きく変えないこと、医薬品（外用剤を含む）、新指定医薬部外品、漢方薬、健康食品、およびサプリメントの摂取は、体調変化などやむをえない場合以外、原則として禁止した。

5. 試験食品

本試験で使用したマカ含有食品「テスオール[®]」は、マカ由来のベンジルグルコシノレートを含む食品である。対照食品（以下プラセボ食品）としては、被験食品に含まれるマカ由来抽出物の代わりにデキストリンを用いた食品とした。いずれも打錠型の食品である。表1にそれぞれの概要を示した。

6. 試験方法

本試験は、2025年9月～12月に実施した。試験は、選択基準に合致し除外基準に該当しない被験者をSCR検査で選抜し、試験の参加者を選定した。被験者は、6時間以上絶食のうえ来院したSCR検査で、QOLアンケート（VAS, POMS2, IIFF, AMSスコア）、身体測定（身長、体重、BMI）および血圧、脈拍検査、唾液中テストステロンを実施した。検査結果から、試験参加者を選抜した摂取する食品の種類を年齢と唾液中テストステロンを割付因子として、2群に層別化ブロックランダム化法により割り付けられた。4週後検査、8週後検査では、有害事象聞き取りの問診を行った。

7. 評価方法

本試験の主要評価項目は、疲労に関するVAS、POMS2による活気活力（VA）の評価とした。また、副次評価項目は、唾液中テストステロン、

POMS2によるQOL評価（活気活力以外）、AMSスコア、IIEF5スコアとした。

8. 統計解析方法

本試験の有効性評価は、各摂取期において、測定値および摂取前（SCR）との変化量を算出し、群間の比較をt検定により実施した。時点の多重性については考慮しなかった。

9. 結果

本試験は、試験開始後に試験計画の変更はなく、当初の計画どおりに実施された。

被験者は、テスオール[®]摂取群 26名、プラセボ食品摂取群 26名で開始した。試験中、自己都合による脱落者が各群 1名ずつ発生し、試験終了時にテスオール[®]摂取群 25名、プラセボ食品摂取群 25名

で終了した。症例検討の結果、試験を完遂した 50名、すべての被験者で解析することとした。被験者背景（年齢とBMI）については、表 2、被験者フローを図 1 に示した。

1) 唾液中テストステロンの推移

唾液中テストステロンの推移を表 3 に示した。唾液中テストステロン値については、SCR 検査時は両群間に有意な差は認められなかった。その後、

表 2 被験者背景

分析列		N	平均±標準偏差	p 値*
年齢	プラセボ	25	46.3 ± 8.8	0.6333
	マカ	25	45.2 ± 7.0	
BMI	プラセボ	25	24.47 ± 2.32	0.2316
	マカ	25	23.63 ± 2.54	

*t 検定

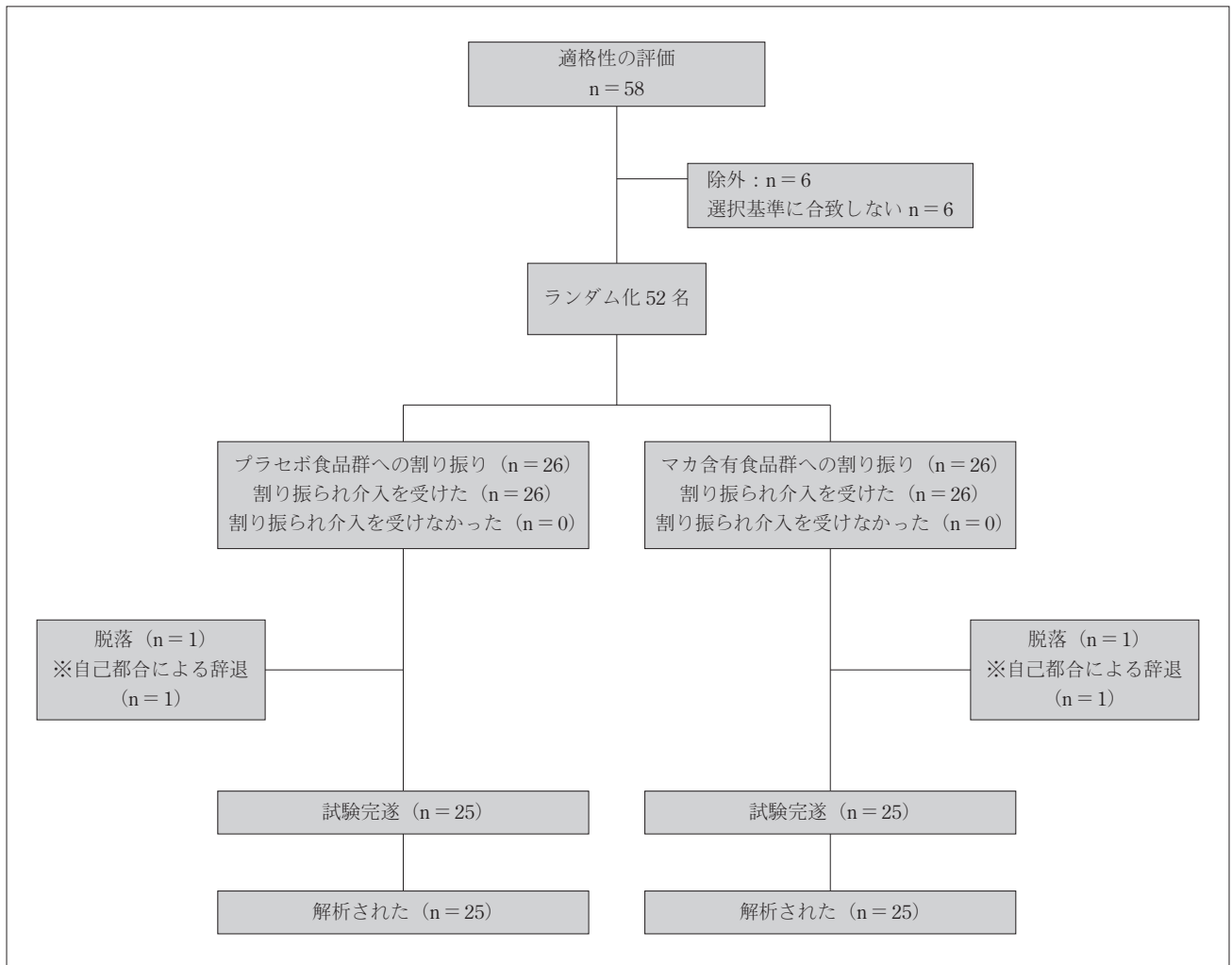


図 1 試験参加者のフローチャート

表3 唾液中テストステロン

	プラセボ		マカ含有食品		p 値 *
	n	平均 ± 標準偏差	n	平均 ± 標準偏差	
SCR	25	116.95 ± 25.97	25	115.62 ± 30.62	0.8694
4 W	24	114.05 ± 23.46	25	119.07 ± 28.58	0.5058
8 W	25	108.77 ± 32.41	25	131.65 ± 33.39	0.0176
Δ4 W	24	- 4.75 ± 10.89	25	3.45 ± 5.78	0.0108
Δ8 W	25	- 8.18 ± 21.06	25	16.03 ± 20.17	0.0001

*t 検定

表4 POMS2

分析列		SCR		4 W		8 W		Δ4 W		Δ8 W		SCR	4 W	8 W	Δ4 W	Δ8 W
		N	平均 ± 標準偏差	N	平均 ± 標準偏差	N	平均 ± 標準偏差	N	平均 ± 標準偏差	N	平均 ± 標準偏差	p 値 *	p 値 *	p 値 *	p 値 *	p 値 *
AH (怒り—敵意)	プラセボ	25	47.8 ± 8.2	25	48.6 ± 9.9	25	47.6 ± 8.4	25	0.80 ± 10.16	25	- 0.20 ± 6.50	0.2397	0.8489	0.3906	0.2924	0.7765
	マカ	25	51.0 ± 10.2	25	49.1 ± 7.7	25	50.1 ± 11.3	25	- 1.84 ± 7.11	25	- 0.88 ± 9.98					
CB (混乱—当惑)	プラセボ	25	51.3 ± 8.6	25	51.2 ± 11.3	25	50.7 ± 9.4	25	- 0.12 ± 9.68	25	- 0.60 ± 8.34	0.2572	0.8868	0.4201	0.2853	0.7397
	マカ	25	54.3 ± 9.8	25	51.6 ± 8.3	25	52.8 ± 9.4	25	- 2.72 ± 7.15	25	- 1.44 ± 9.41					
DO (抑うつ—落込み)	プラセボ	25	51.7 ± 8.8	25	52.5 ± 10.7	25	49.3 ± 8.4	25	0.80 ± 9.42	25	- 2.40 ± 6.44	0.7192	0.5580	0.2289	0.2979	0.3589
	マカ	25	52.7 ± 9.9	25	51.0 ± 7.2	25	52.4 ± 9.7	25	- 1.68 ± 7.08	25	- 0.24 ± 9.72					
FI (疲労—無気力)	プラセボ	25	49.3 ± 8.8	25	49.0 ± 9.3	25	48.7 ± 7.3	25	- 0.28 ± 8.64	25	- 0.60 ± 6.84	0.1273	0.9168	0.5905	0.1024	0.2111
	マカ	25	53.4 ± 9.8	25	49.2 ± 6.7	25	49.8 ± 7.9	25	- 4.12 ± 7.63	25	- 3.52 ± 9.27					
TA (緊張—不安)	プラセボ	25	48.4 ± 7.1	25	50.2 ± 9.6	25	48.6 ± 9.2	25	1.80 ± 10.36	25	0.28 ± 10.45	0.3999	0.6977	0.8143	0.2454	0.6425
	マカ	25	50.2 ± 8.2	25	49.2 ± 7.6	25	49.2 ± 8.8	25	- 1.00 ± 5.87	25	- 0.96 ± 8.18					
VA (活気—活力)	プラセボ	25	49.9 ± 9.1	25	50.8 ± 10.6	25	50.8 ± 9.6	25	0.96 ± 6.66	25	0.92 ± 7.20	0.3298	0.5387	0.1741	0.0189	0.0034
	マカ	25	47.3 ± 9.3	25	52.6 ± 9.5	25	54.6 ± 9.6	25	5.28 ± 5.89	25	7.24 ± 7.31					
F (友好)	プラセボ	25	52.4 ± 8.2	25	51.6 ± 9.6	25	52.9 ± 8.9	25	- 0.84 ± 7.02	25	0.44 ± 6.40	0.4858	0.9548	0.4080	0.2978	0.8415
	マカ	25	50.6 ± 10.6	25	51.8 ± 10.2	25	50.5 ± 11.0	25	1.20 ± 6.68	25	- 0.04 ± 10.08					
TMD	プラセボ	25	50.1 ± 8.5	25	50.5 ± 10.3	25	48.7 ± 8.4	25	0.44 ± 9.19	25	- 1.36 ± 6.71	0.2013	0.8268	0.4487	0.5719	0.0947
	マカ	25	53.4 ± 9.8	25	50.0 ± 7.5	25	50.7 ± 9.7	25	- 3.48 ± 6.91	25	- 2.76 ± 10.31					

*t 検定

表5 AMSスコア

	プラセボ		マカ含有食品		p値*
	n	平均±標準偏差	n	平均±標準偏差	
SCR	25	38.52 ± 11.65	25	39.44 ± 11.75	0.7822
4 W	24	31.17 ± 9.29	25	29.60 ± 7.83	0.5256
8 W	25	30.64 ± 10.25	25	29.00 ± 7.01	0.5122
Δ4 W	24	-7.38 ± 9.16	25	-9.84 ± 12.36	0.4332
Δ8 W	25	-7.88 ± 13.61	25	-10.44 ± 11.10	0.4697

*t検定

表6 IIEF5スコア

	プラセボ		マカ含有食品		p値*
	n	平均±標準偏差	n	平均±標準偏差	
SCR	25	13.84 ± 4.61	25	13.24 ± 3.53	0.6075
4 W	24	15.38 ± 4.66	25	15.52 ± 2.77	0.8947
8 W	25	17.40 ± 4.92	25	17.08 ± 3.33	0.7889
Δ4 W	24	1.42 ± 4.19	25	2.28 ± 3.46	0.4347
Δ8 W	25	3.56 ± 3.68	25	3.84 ± 5.06	0.8239

*t検定

重症5～7点, 中等症8～11点, 軽症～中等症12～16点
 軽症17～21点, EDなし22～25点

実測値では摂取8週後に両群間で有意な差が認められ、テストオール®摂取群の方がプラセボ食品摂取群と比較して有意に増加を示した。変化量(Δ4週, Δ8週)については、いずれもテストオール®摂取群の方がプラセボ食品摂取群と比較して有意に増加を示した。

2) POMS2の推移

POMS2の推移を表4に示した。POMS2 (Profile of Mood States 2nd Edition) とは、被験者の気分や不安、うつ状態を評価することができる検査である。様々な質問の項目から、AH (怒り—敵意), CB (混乱—当惑), DO (抑うつ—落込み), FI (疲労—無気力), TA (緊張—不安), VA (活気—活力), F (友好) の7尺度で評価し、TMD得点で総合的な気分状態を測る指標である。本試験では、摂取4週後および摂取8週後の変化量(Δ4W, Δ8W)において、プラセボ食品摂取群と比較してテストオール®摂取群がVAにおいて有意な差が認められ、テストオール®摂取群がプラセボ食品摂取群と比較して有意に活気や活力が改善を示した。

3) AMSスコアの推移

AMSスコアは、男性更年期障害スコアともいわ

れる。男性更年期障害とは、正式名を加齢男性性腺機能低下症とも呼ばれ、テストステロンの減少による全身の倦怠感・不眠・性機能減退・性欲の低下・ED (勃起不全)・ほてり・のぼせ・めまいなどの症状を主訴とする疾患である。AMSスコアでは男性更年期障害の程度を示し、50点以上が重度、37～49点を中程度、27～36点を軽度、17～26点を症状なしとして扱っている。結果を表5に示した。いずれの時点においても群間に有意な差は認められなかった。症状は、比較的40代終わりから強くなることから本試験では40代前半が多いため効果が明確に認められなかったと考えられる。また、本試験においては、AMSスコアが30点台の者が多いため軽度～中程度の方が被験者として多くを占めていた。よって、症状も比較的軽い者が多かったことも影響していると考えられる。

4) IIEF5スコア

IIEF5スコアとは、国際勃起機能スコアの略で、ED (勃起障害 / 勃起不全) のスクリーニングやED治療の効果判定に使われている。重症は5～7点、中等症は8～11点、軽症～中等症は12～16点、軽症は17～21点、EDなしは22～25点を指す。

表7 体感VAS

分析列		SCR		4 W		8 W		Δ4 W		Δ8 W		SCR	4 W	8 W	Δ4 W	Δ8 W
		N	平均 ±標準偏差	N	平均 ±標準偏差	N	平均 ±標準偏差	N	平均 ±標準偏差	N	平均 ±標準偏差	p値*	p値*	p値*	p値*	p値*
問1 体の疲れ	プラセボ	25	51.28 ±19.91	24	47.75 ±19.54	25	50.24 ±22.97	24	-3.42 ±14.01	25	-1.04 ±15.38	0.4182	0.0301	0.0300	0.0002	0.0049
	マカ	25	55.76 ±18.87	25	36.08 ±16.95	25	36.44 ±20.60	25	-19.68 ±13.98	25	-19.32 ±26.92					
問2 仕事への意欲	プラセボ	25	53.84 ±20.43	24	45.67 ±18.60	25	42.12 ±22.28	24	-7.54 ±24.32	25	-11.72 ±16.67	0.4178	0.2555	0.6936	0.7581	0.7628
	マカ	25	49.44 ±17.53	25	39.84 ±16.82	25	39.72 ±20.50	25	-9.60 ±22.17	25	-9.72 ±28.42					
問3 いらいら感	プラセボ	25	41.88 ±24.90	24	35.54 ±19.55	25	35.36 ±24.20	24	-6.13 ±25.30	25	-6.52 ±27.31	0.5570	0.6668	0.4138	0.7925	0.1864
	マカ	25	46.00 ±24.36	25	38.12 ±21.98	25	29.76 ±23.83	25	-7.88 ±21.00	25	-16.24 ±23.84					
問4 日常生活での不安感	プラセボ	25	43.24 ±22.59	24	36.96 ±21.79	25	30.32 ±22.00	24	-5.21 ±23.35	25	-12.92 ±24.27	0.8036	0.9826	0.4819	0.6944	0.3880
	マカ	25	44.84 ±22.66	25	37.08 ±16.86	25	26.24 ±18.56	25	-7.76 ±21.84	25	-18.60 ±21.77					
問5 顔の血色	プラセボ	25	36.20 ±22.35	24	31.88 ±20.97	25	23.48 ±19.22	24	-3.25 ±29.53	25	-12.72 ±22.00	0.4584	0.6218	0.4884	0.2950	0.9239
	マカ	25	40.32 ±16.12	25	29.32 ±14.61	25	27.04 ±16.75	25	-11.00 ±21.17	25	-13.28 ±19.12					

* 対応のある t 検定

* 数字が小さいほうが症状が小さい (良い状態)

結果を表6に示した。いずれの時点においても群間に有意な差は認められなかった。

5) 体感VAS

表7に体感VASの結果を示した。体感VASの質問項目としては、「問1体の疲れ」、「問2仕事への意欲」、「問3いらいら感」、「問4日常生活での不安感」、「問5顔の血色」を設定した。また、VASは非常に悪い状態を10点、非常に良い状態を0点として評価した。本試験では、「問1体の疲れ」において、摂取4週間後、摂取8週間後および摂取4週間後、摂取摂取8週間後の変化量(Δ4週、Δ8週)において、群間の有意な差が認められ、テスオール[®]摂取群がプラセボ食品摂取群と比較して「問1体の疲れ」が改善(スコアの低下)を示した。

6) 副作用, 有害事象

試験期間を通じて、有害事象および副作用が発現した症例はなかった。

10. 考 察

本試験では、30～50代男性を対象としてテスオール[®]の8週間摂取が唾液中テストステロン濃度

および疲労関連指標に及ぼす影響を検討した。その結果、唾液中テストステロンは摂取8週間後においてプラセボ群と比較して有意な増加を示し、変化量においても有意な改善が認められた。また、心理指標として評価したPOMS2では「活気—活力(VA)」に有意な改善が認められ、主観評価である体感VASにおいても「体の疲れ」の項目で有意な改善が認められた。一方で、AMSスコアおよびIIEF5スコアでは群間差は認められなかった。

マカの生理作用には、複数の特徴的成分が関与すると考えられている。特に、マカ特有の脂肪酸アミド化合物であるマカミド(macamides)は神経系に作用する可能性が報告されており、精神的活力や疲労感に影響を及ぼす可能性が示唆されている⁷⁾。マカミドは中枢神経系の神経伝達やストレス応答に関連する経路に関与すると考えられており、これらの作用がPOMS2における活気—活力の改善に寄与した可能性がある。一方、マカにはアブラナ科植物に特徴的なグルコシノレート類が含まれており、その主要成分の一つとしてベンジルグルコシノレートが知られている¹²⁾。グルコシノレートはミロシナーゼ

による加水分解によりイソチオシアネートなどの生理活性物質を生成することが知られており、これらの化合物は抗酸化作用や解毒酵素誘導作用を示す¹⁶⁾。酸化ストレスは疲労発生の重要な要因の一つとされており、抗酸化作用を有する食品成分は疲労軽減に寄与する可能性が報告されている³⁾。したがって、本試験で認められた主観的疲労感の改善には、グルコシノレート由来成分による酸化ストレス軽減や代謝調節作用が関与している可能性が考えられる。さらに、マカ摂取と男性の生理機能との関連については、これまでにいくつかのヒト研究が報告されている。Gonzalesらは健康成人男性を対象とした試験において、マカ摂取により性欲の改善が認められたことを報告している¹⁴⁾。また、マカは伝統的に体力増強や活力向上を目的として利用されてきた植物であり、その生理作用については多くの研究が報告されている⁶⁾。さらに、運動パフォーマンスに関する研究では、マカ摂取が持久運動能力の向上や主観的疲労の改善に関連する可能性も示唆されている¹⁵⁾。本試験では唾液中テストステロンの有意な増加が認められた。唾液中テストステロンは血中遊離テストステロン濃度を反映する生理指標として利用されており⁵⁾、本試験の結果はマカ摂取が男性の内分泌機能に影響を及ぼした可能性を示唆するものである。

一方で、AMSスコアおよびIIEF5スコアに有意差が認められなかったのは、対象者の多くが比較的若年層であり症状が軽度であったことが影響した可能性が考えられる。

本試験では、主観的疲労感の改善および唾液中テストステロンの増加という生理学的指標の変化が確認されたことから、テスオール[®]が男性の活力維持や疲労感軽減に寄与する可能性が示唆された。今後は対象者数の拡大や長期介入試験を実施し、マカの作用機序および対象集団の特性についてさらに検討する必要があると考えられる。

結 論

本試験では、30～50代男性を対象として、マカ含有食品であるテスオール[®]の摂取による男性の抗疲労、QOLへの影響を調査するための予備試験として、テスオール[®]の8週間摂取が唾液中テストステロンおよび疲労関連指標に及ぼす影響を検討し

た。プラセボまたはテスオール[®]を8週間継続摂取し、唾液中テストステロンや様々なQOLアンケートによる主観症状の変化を調査した。その結果、テスオール[®]摂取群は唾液中テストステロンにおいてプラセボ食品摂取群と比較して有意な増加を示し、男性ホルモンの増加が示唆された。体感指標では、体感VASにおいて摂取8週間後に「体の疲れ」の項目で、テスオール[®]摂取群はプラセボ食品摂取群と比較して有意に軽減を示し、疲労感の改善効果も示唆された。以上の結果から、テスオール[®]の摂取は男性の活力維持および疲労感軽減に寄与する可能性が示唆された。

参 考 文 献

- 1) Aaronson LS, Teel CS, Cassmeyer V, et al. Defining and measuring fatigue. *Image J Nurs Sch.* 1999; **31**: 45-50.
- 2) Chalder T, Berelowitz G, Pawlikowska T, et al. Development of a fatigue scale. *J Psychosom Res.* 1993; **37**: 147-153.
- 3) Fukuda S, Nojima J, Motoki Y, et al. A potential biomarker for fatigue: Oxidative stress and anti-oxidative activity. *Biol Psychol.* 2016; **118**: 88-93.
- 4) Harman SM, Metter EJ, Tobin JD, et al. Longitudinal effects of aging on serum testosterone levels in healthy men. *J Clin Endocrinol Metab.* 2001; **86**: 724-731.
- 5) Gröschl M. Current status of salivary hormone analysis. *Clin Chem.* 2008; **54**: 1759-1769.
- 6) Gonzales GF. Ethnobiology and ethnopharmacology of *Lepidium meyenii* (Maca), a Plant from the Peruvian Highlands. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2012; **2012**: 193496.
- 7) Gonzales GF. Maca: a review of its biological properties. *Food Chem Toxicol.* 2012; **50**: 1143-1150.
- 8) Dini A, Migliuolo G, Rastrelli L, et al. Chemical composition of *Lepidium meyenii*. *Food Chem.* 1994; **49**: 347-349.
- 9) Piacente S, Carbone V, Plaza A, et al. Investigation of the tuber constituents of *Lepidium meyenii*. *J Agric Food Chem.* 2002; **50**: 5621-5625.
- 10) Meissner HO, Mscisz A, Kedzia B, et al. Peruvian Maca: Two Scientific Names *Lepidium Meyenii* Walpers and *Lepidium Peruvianum* Chacon - Are They Phytochemically-Synonymous? *Int J Biomed Sci.* 2015; **11**: 1-15.
- 11) Fahey JW, Zalcmann AT, Talalay P. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. *Phytochemistry.* 2001; **56**: 5-51.

- 12) Li G, Ammermann U, Quiros CF. Glucosinolate contents in maca (*Lepidium peruvianum* Chacon) seeds, sprouts, mature plants and several derived commercial products. *Econ Bot.* 2001; **55**: 255-262.
 - 13) Traka M, Mithen R. Glucosinolates, isothiocyanates and human health. *Phytochem Rev.* 2009; **8**: 269-282.
 - 14) Gonzales GF, Córdova A, Vega K, et al. Effect of *Lepidium meyenii* (Maca) on sexual desire and its absent relationship with serum testosterone levels in adult healthy men. *Andrologia.* 2002; **34**: 367-372.
 - 15) Stone M, Ibarra A, Roller M, et al. A pilot investigation into the effect of maca supplementation on physical activity and sexual desire in sportsmen. *J Ethnopharmacol.* 2009; **126**: 574-576.
-