

ある研究<sup>[1]</sup>は、乾燥肌の主観的症状を持つ健康な女性を対象に、経口で摂取されたPQQが肌の水分、粘弾性、および経皮水分蒸散(TEWL)に及ぼす効果を調査することを目的としました。19人の女性参加者は、PQQグループ(11人)とプラセボグループ(8人)に分かれ、PQQグループは経口でPQQ(20mg/日)を摂取し、プラセボグループはプラセボを摂取しました。研究は8週間続き、4週目と8週目で測定が行われました。

肌の水分量を評価するために、肌の導電度の変化(週0と比較して)が評価されました。結果は図1に示されています。

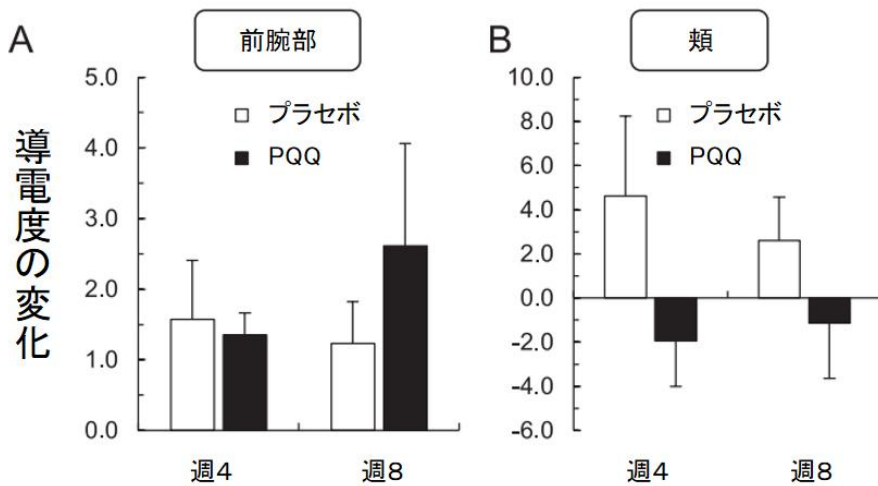


図1: 乾燥肌の自覚症状のある女性被験者の皮膚の導電度に及ぼすPQQ摂取の影響。

経皮水分蒸散量の変化を図2に示します。

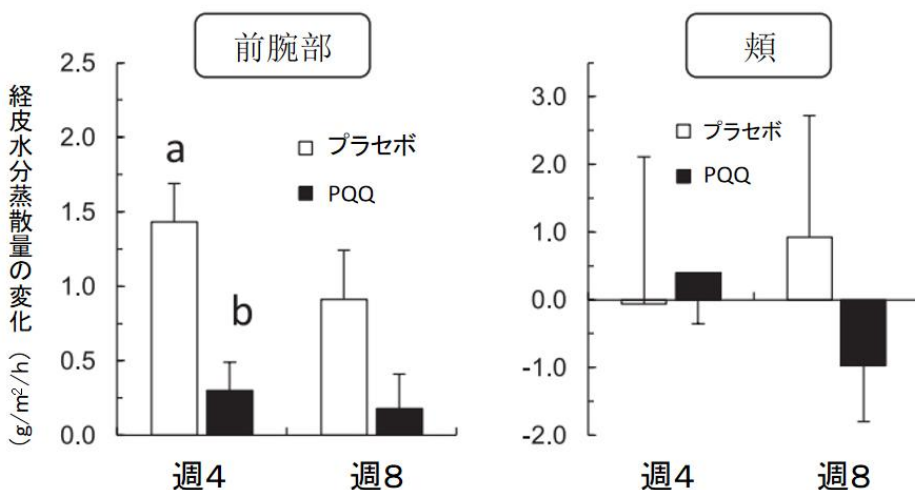


図2: 乾燥肌の自覚症状のある女性における経皮水分喪失に対するPQQ摂取の影響

PQQを1日に20mg経口摂取した場合、8週間にわたり特に前腕における経皮水分蒸散の増加を有意に抑制しました。研究期間の初め、または4週目および8週目において、両グループ間で肌の粘弾性には有意な差はありませんでした。

各被験者の腕、顔、および体の肌状態に関するアンケート回答の統計的分析によれば、PQQグループにおいて、しわや色素沈着の主観的認識が研究期間の4週目および8週目において有意に改善されました。

[2](Nakano, Masahiko, et al. 2012)

別の研究<sup>[2]</sup>では、ストレス、疲労、睡眠に対するピロロキノリンキノン (PQQ) の経口摂取の効果を評価しました。

成人の男女17名が、ストレス、疲労、生活の質、および睡眠に対するピロロキノリンキノン (PQQ) の効果を評価するためのオープンラベル試験を行うために参加しました。彼らは8週間にわたり、1日に20mgのPQQを摂取しました。ストレス、疲労、生活の質、および睡眠の変化は、さまざまな調査票とアンケートを使用して評価されました。

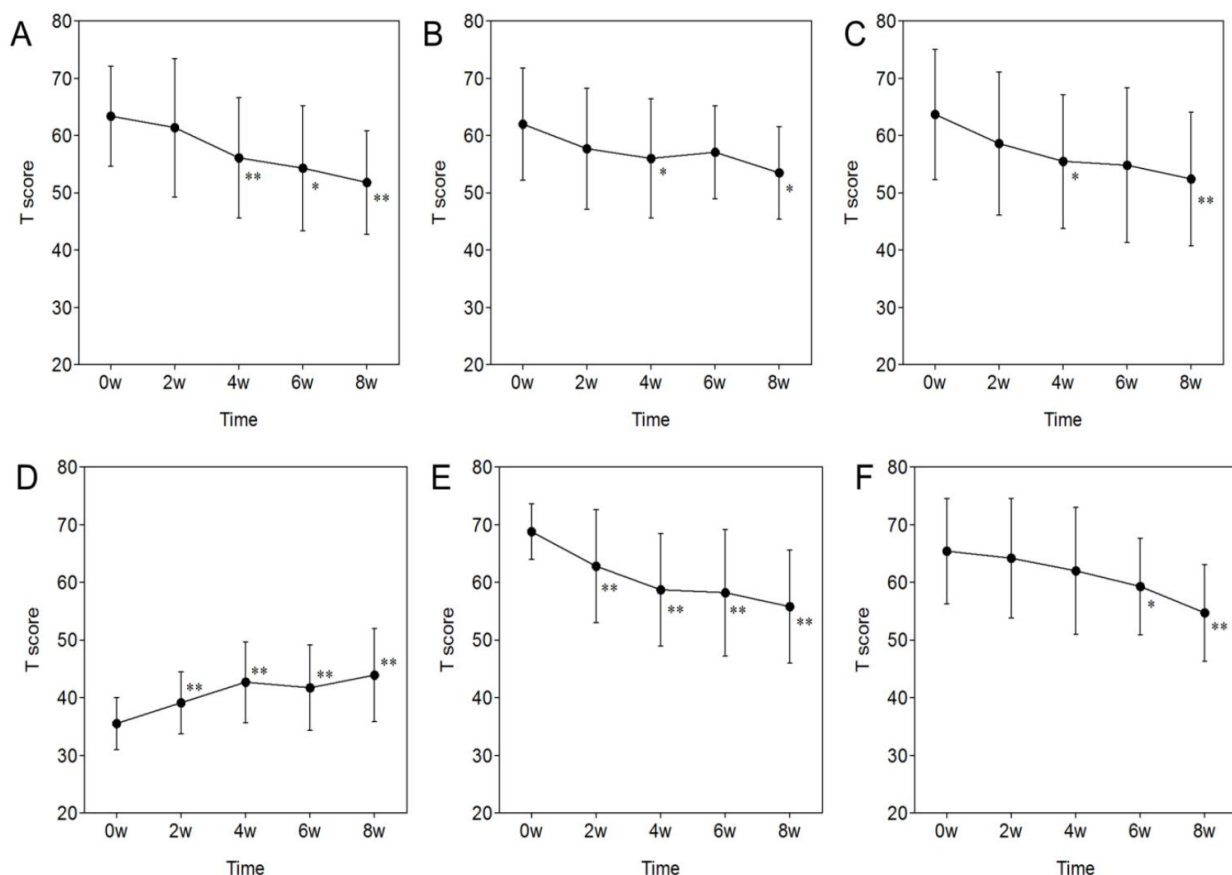


図3: (A) 緊張-不安、(B) うつ病、(C) 怒り-敵意、(D) 活力、(E) 疲労、および(F) 混乱のPOMS-Sスコアに対するPQQサプリメントの効果

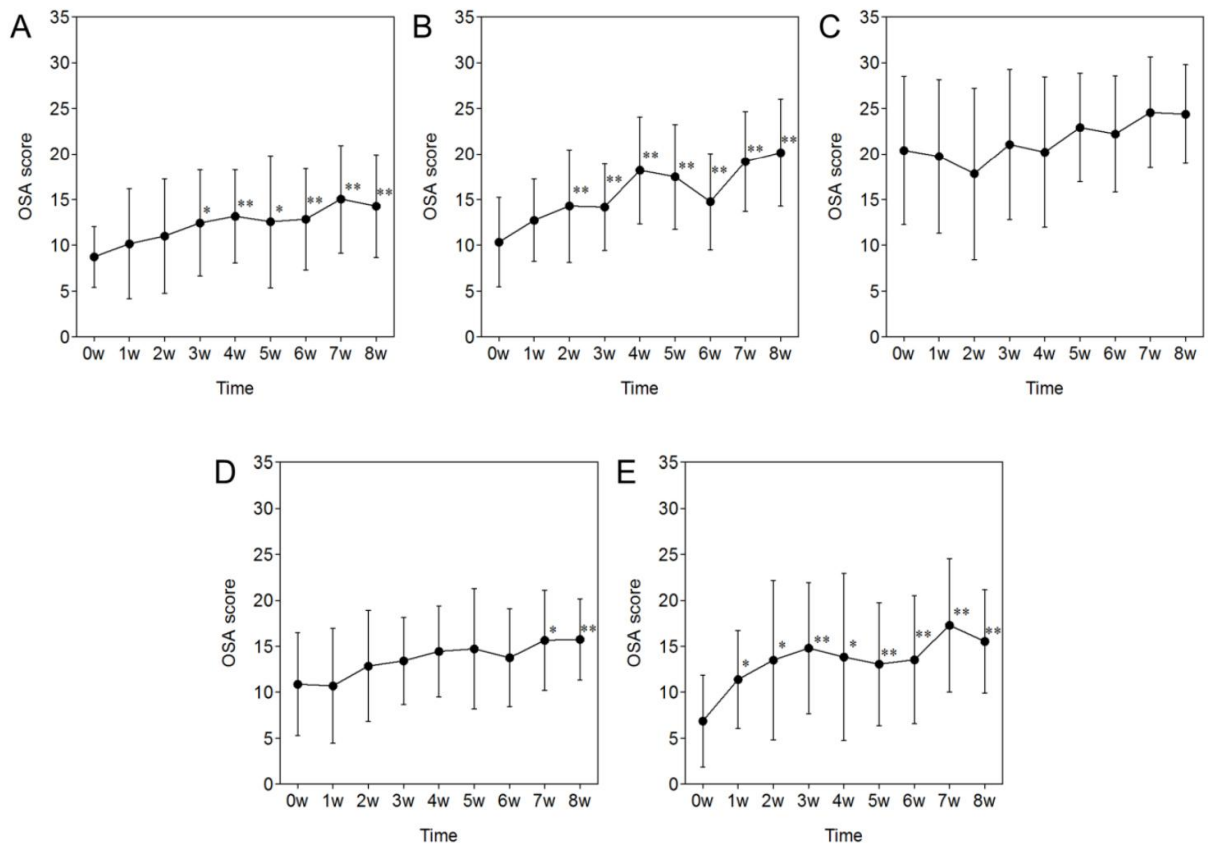


図4: (A) 第I因子(起床時の眠気)、(B) 第II因子(睡眠の開始と維持)、(C) 第III因子(悪夢)、(D) 第IV因子(睡眠からの回復)のOSA-MAスコアに対するPQQサプリメントの影響(疲労)、および(E) 因子V(睡眠時間)

[3](Harris, Calliandra B., et al. 2013)

別の研究では、ヒト被験者の炎症およびミトコンドリア関連代謝の指標に対する食事性ピロロキノリンキノン(PQQ)の影響を調査しました。

PQQを1日量(0.3mg PQQ/kg)として投与した。76時間後の測定には、炎症の指標[血漿C反応性タンパク質、インターロイキン(IL)-6レベル]、標準的な臨床指標(コレステロール、グルコース、高密度リポタンパク質、低密度リポタンパク質、トリグリセリドなど)が含まれていました。尿中代謝産物の<sup>1</sup>H核磁気共鳴推定は酸化代謝に部分的に関連しています。

PQQの補給により、血漿C反応性タンパク質、IL-6、およびトリメチルアミンN-オキsidなどの尿中メチル化アミンのレベルが大幅に低下し、ミトコンドリア関連機能の強化と一致する尿中代謝産物の変化が生じました。

炎症指標のレベル: PQQ サプリメント (1 日あたり 0.3 g/kg) を 3 日間摂取した被験者の C 反応性タンパク質 (CRP)、インターロイキン 6 (IL-6)、およびマトリックスメタロプロテイナーゼ 9 (MMP-9) のレベルを図5に示します。

■ PQQ

□ ベースライン

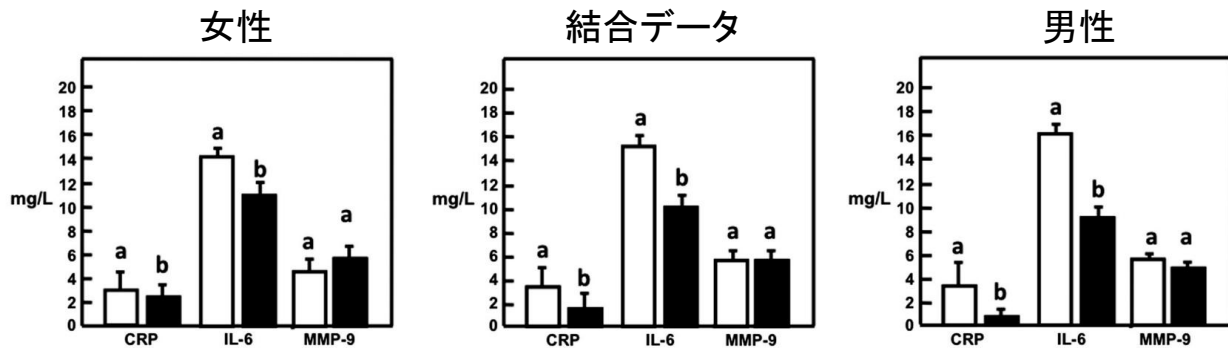


図5: 血漿 CRP、IL-6、MMP-9 レベル。PQQの経口投与に反応して、10人の被験者のそれぞれで血漿 CRPおよびIL-6レベルが減少した

PQQの補給効果は、尿中クエン酸回路代謝産物の相対的な変化によって評価されました。

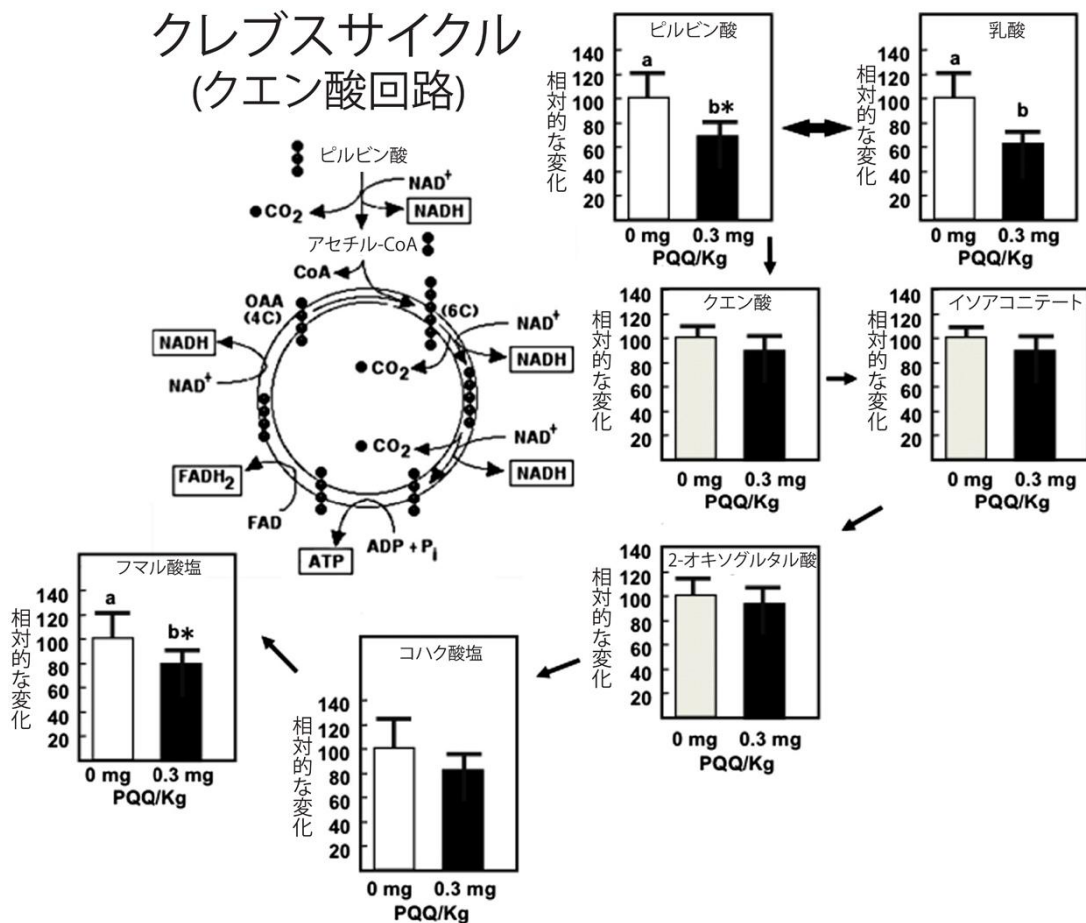


図6: 尿中クエン酸回路代謝産物の相対的な変化

図5では、尿中代謝物濃度の相対的な変化が示されています。PQQの補給により、尿中ラクタートの有意な違いが観察されました。ピルビン酸も減少し、ラクタートとピルビン酸の初期比率は、 $4.5 \pm 0.5$ から $3.6 \pm 0.35$ に減少しました。他のクエン酸回路中間体については有意な変化は観察されませんでした。これらの尿中濃度を合計した場合（クエン酸+イソアコニテート+2-ケトグルタレート+サクシネート）、PQQ補給後の値はベースラインから約15%減少し、尿中フマル酸レベルは18%減少しました。これらのデータは、尿中濃度の相対的な減少がミトコンドリアを介したクエン酸回路中間体の酸化と流れの増加を反映していると仮定すれば、PQQがミトコンドリアの効率に影響を与える可能性があることを示唆しています。

[4](Nakano, Masahiko, et al. 2013)

別の研究<sup>[4]</sup>では、PQQ二ナトリウム塩が、1日に20mgの経口投与を受けた人間の血清トリグリセリドおよびコレステロールレベルに対する影響が、6週間および12週間の治療後に調査されました。この試験は、無作為化、プラセボ対照、二重盲検プロトコルに従って実施されました。最近の血液検査によって測定された通常からやや高いトリグリセリドレベル(110-300 mg/dL)を持つ、40歳から57歳までの29名の健康な日本人成人が、研究に含まれました。12週間後、平均血清トリグリセリドレベルは変化していませんでしたが、LDLコレステロールがわずかに有意に低下(136.1から127.0 mg/dL)していることが観察されました。この研究の結果は、PQQがLDLコレステロールレベルを抑制した可能性を示唆しており、高いLDLコレステロールレベルは通常さまざまな生活習慣関連疾患と関連しているため、重要です。

[5](Itoh, Y. et al. 2016.)

別の研究<sup>[5]</sup>では、認知機能に対するPQQ二ナトリウム塩の効果を調べるために、健康な高齢者41名を対象に無作為化、プラセボ対照、二重盲検の研究が行われました。被験者は12週間にわたり、1日に20mgのPQQまたはプラセボを経口摂取しました。認知機能の評価には、ストループテストと逆ストループテストによる選択的注意力、およびラップトップタブレットTouch Mによる視覚空間認知機能が含まれました。ストループテストでは、PQQグループのストループ干渉比(SIs)の変化がプラセボグループよりも有意に小さいことが示されました。Touch Mテストでは、各グループを2つに分けて層別化分析を行った結果、PQQグループの下位グループ(初期スコア<70)のみがスコアが有意に増加したことが示されました。生理的パラメータの測定では、研究の任意の時点で異常な血液または尿による有害事象、および有害な内部または身体検査の所見は示されませんでした。近赤外分光法(NIRS)を用いた予備実験では、PQQの投与によって前頭前皮質の脳血流が増加した可能性が示唆されました。結果から、PQQは高齢者、特に注意力と作業記憶において、脳機能の低下を予防できる可能性が示唆されます。

# 参考文献

1. Nakano, Masahiko, et al. "Effects of orally administered pyrroloquinoline quinone disodium salt on dry skin conditions in mice and healthy female subjects." *Journal of nutritional science and vitaminology* 61.3 (2015): 241-246. <https://doi.org/10.3177/jnsv.61.241>
2. Nakano, Masahiko, et al. "Effects of oral supplementation with pyrroloquinoline quinone on stress, fatigue, and sleep." *Functional foods in health and disease* 2.8 (2012): 307-324. <https://doi.org/10.31989/ffhd.v2i8.81>
3. Calliandra B. Harris, Winyoo Chowanadisai, Darya O. Mishchuk, Mike A. Satre, Carolyn M. Slupsky, Robert B. Rucker, Dietary pyrroloquinoline quinone (PQQ) alters indicators of inflammation and mitochondrial-related metabolism in human subjects, *The Journal of Nutritional Biochemistry*, Volume 24, Issue 12, 2013, Pages 2076-2084, ISSN 0955-2863, <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2013.07.008>.
4. Nakano, Masahiko, et al. "Effects of pyrroloquinoline quinone disodium salt intake on the serum cholesterol levels of healthy Japanese adults." *Journal of nutritional science and vitaminology* 61.3 (2015): 233-240. <https://doi.org/10.3177/jnsv.61.233>
5. Itoh, Y. et al. (2016). Effect of the Antioxidant Supplement Pyrroloquinoline Quinone Disodium Salt (BioPQQ™) on Cognitive Functions. In: Elwell, C.E., Leung, T.S., Harrison, D.K. (eds) *Oxygen Transport to Tissue XXXVII. Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol 876. Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3023-4\\_40](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3023-4_40)