

Katowice, 20.03.2023 r.

Mgr Mateusz Gawelczyk  
Katedra Teorii i Praktyki Sportu  
Akademia Wychowania Fizycznego  
im. Jerzego Kukuczki w Katowicach

Prof. dr hab. Jędrzej Antosiewicz  
Zakład Bioenergetyki i Fizjologii Wysiłku Fizycznego  
Gdański Uniwersytet Medyczny

### **Odpowiedź na recenzje pracy doktorskiej**

Szanowny Panie Profesorze, na wstępie bardzo dziękuję za wnikliwą analizę mojej pracy, poświęcony czas i jakże cenne uwagi. Jestem pewien, że wszystkie sugestie przyczynią się do rozwoju mojego warsztatu naukowego

W recenzji zwrócił Pan Profesor uwagę na brak poruszenia w dyskusji rozprawy doktorskiej zagadnienia wpływu kwasu moczowego na fizjologiczne zmiany, jakie obserwuje się podczas wysiłku pływackiego oraz jak różnice w spożyciu fruktozy mogą wpływać na stężenie kwasu moczowego we krwi. W związku z tym chciałbym w niniejszej odpowiedzi odpowiedzieć na zadane przez Pana Profesora pytania.

#### **1. Jaki wpływ może mieć kwas moczowy na fizjologiczne zmiany, jakie obserwuje się podczas wysiłku pływackiego np. na zmiany w układzie krążenia?**

Powszechnie wiadome jest, że podwyższony poziom kwasu moczowego w surowicy krwi (hiperurykemia) jest zjawiskiem niekorzystnym, które może zwiększać ryzyko wystąpienia dny moczanowej, nadciśnienia tętniczego, chorób sercowo-naczyniowych, nerek oraz zespołu metabolicznego (Jakubiak i Grzybowski, 2017). Jednakże po przeanalizowaniu dostępnej literatury jedyny związek, jaki znalazłem, pomiędzy kwasem moczowym a zmianami w układzie krążenia dotyczą negatywnego wpływu kwasu moczowego na syntezę tlenku azotu (NO).

Zgodnie z aktualnym stanem wiedzy wiadomo, że NO odgrywa kluczową rolę w funkcjonowaniu śródbłonna, promując relaksację mięśni gładkich naczyń krwionośnych, a następnie ich rozszerzenie. Może to korzystnie wpłynąć na przepływ krwi i wzmocnić mechanizmy przyczyniające się do wydajności mięśni szkieletowych, hipertrofii i adaptacji siłowej. Zwiększona biodostępność NO i poszerzenie światła naczyń mogą wspomagać metabolizm tlenowy i beztlenowy, zmniejszać koszt tlenowy i adenozyntroójfosforanu

(ATP) podczas wysiłku, poprawiać wydajność mitochondriów i poprawiać kurczliwość mięśni (Campos i wsp., 2018).

W dotychczasowych badaniach wykazano negatywny wpływ wysokiego stężenia kwasu moczowego na śródbłonkową syntazę tlenu azotu (eNOS) poprzez zmniejszenie ekspresji i aktywności eNOS, jak i poprzez bezpośrednią inaktywację NO. Co więcej dowiedziono, że hamowanie syntazy tlenu azotu (NOS) u ludzi osłabia wywołany wysiłkiem fizycznym wzrost wychwytu glukozy przez mięśnie (Merry i wsp., 2010). Zmniejszony wychwyt glukozy przez mięśnie może wpływać negatywnie na wyniki uzyskiwane przez sportowców ze względu na upośledzoną dostępność substratu energetycznego (glukozy).

## **2. Czy różnice w spożyciu fruktozy mogą wpływać na stężenie kwasu moczowego we krwi?**

Fruktoza jest wchłaniana do komórek jelitowych przez transporter glukozy typu 5 (GLUT5) i transportowana z komórek jelitowych do krążenia systemowego przez transporter glukozy typu 2 (GLUT2). Fruktoza dostarczona do układu krążenia jest wchłaniana głównie w wątrobie. Ponad 50% fruktozy jest metabolizowane w trakcie metabolizmu fruktozy i wytwarza kwas moczowy (Jones i wsp., 2011; Zhang i wsp., 2017). W wątrobie fruktoza ulega fosforylacji do fruktozo-1-fosforanu, czemu towarzyszy obniżenie stężenia fosforanu i trójfosforanu adenozy (ATP).

Po spożyciu dużej ilości fruktozy wzrasta szybkość fosforylacji fruktozy. Szybkie usuwanie fosforanu stymuluje aktywację deaminazy monofosforanu adenozy (AMP), która przekształca AMP w monofosforan inozy (IMP). IMP jest metabolizowany do inozy, a następnie przekształcany w hipoksantynę, która jest następnie oksydowana do postaci ksantyny, a ostatecznie do kwasu moczowego (Caliceti i wsp., 2017; Choi i wsp., 2010; Nakagawa i wsp., 2019; Russo i wsp., 2020). Aktualne dane naukowe wskazują, że długotrwałe spożycie fruktozy może również hamować wydalanie kwasu moczowego przez nerki i jelito kręte, zwiększając jego stężenie w surowicy (Kaneko i wsp., 2017).

Biorąc pod uwagę powyższe informacje, można wnioskować, że spożycie fruktozy może wpływać na stężenie kwasu moczowego we krwi. Jednakże należy zwrócić uwagę na wyniki pracy przeglądowej z 2012 roku, w której wykazano, że całkowite spożycie energii w diecie może być ważnym czynnikiem pośredniczącym w produkcji kwasu moczowego. Przeglądy systematyczne i metaanalizy kontrolowanych badań żywieniowych wykazały, że fruktoza zwiększa stężenie kwasu moczowego, gdy dostarcza nadmiar kalorii w diecie, ale

nie wtedy, gdy jest podawana w izokalorycznej substytucji innych węglowodanów (głównie w postaci skrobi rafinowanej lub glukozy) (Wang i wsp., 2012).

W tym miejscu chciałbym jeszcze raz podziękować Panu Profesorowi, za poświęcony czas i wnikliwą analizę oraz opinię mojej pracy doktorskiej. Wszystkie merytoryczne uwagi i wskazówki pomogą mi w realizacji przyszłych prac badawczych.

Mateusz Gawęlczyk