**Wpływ zawartości sodu w diecie na insulinooporność i dysfunkcję mięśnia sercowego w nadwadze i otyłości**

Otyłość jest stanem sprzyjającym rozwojowi cukrzycy typu 2 oraz chorób sercowo-naczyniowych. Wspólną cechę łączącą te zaburzenia stanowi insulinooporność. Wcześniejsze badania wskazywały na udział zaburzeń naczyniowych w mięśniach szkieletowych w powstawaniu insulinooporności. Zarówno otyłość, jak i insulinooporność przyczyniają się również do rozwoju dysfunkcji lewej komory, która dodatkowo zwiększa ryzyko chorób sercowo-naczyniowych i niewydolności serca.

W realizowanym przez nas projekcie wykazaliśmy niekorzystny wpływ zwiększonej ilości sodu zawartego w diecie na insulinowrażliwość oraz funkcję mięśnia sercowego w grupie osób z prawidłową i podwyższoną masą ciała oraz prawidłowym ciśnieniem tętniczym oraz ujawniliśmy korzystny wpływ redukcji podaży sodu w diecie na insulinowrażliwość i funkcję serca u normotensyjnych osób z nadwagą lub otyłością i insulinoopornością. Przeprowadzone przez nas badania sugerują, że czynnikiem łączącym otyłość, insulinooporność oraz subkliniczną dysfunkcję lewej komory mogą być zaburzenia mikrokrążenia w mięśniach szkieletowych oraz dysfunkcja większych tętnic wywoływane lub nasilane przez nadmierną podaż sodu w diecie.

Podczas gdy dieta o wysokiej zawartości tłuszczu jest wiodącym czynnikiem uczestniczącym w rozwoju otyłości i miażdżycy tętnic, zwiększona podaż sodu w diecie może przyczyniać się do rozwoju subklinicznych zaburzeń naczyniowych prowadzących do insulinooporności oraz dysfunkcji mięśnia sercowego. Wpływ sodu na układ krążenia zazwyczaj postrzegany jest w kontekście nadciśnienia tętniczego, ale wyniki naszych badań wskazują na udział jeszcze innych szkodliwych mechanizmów związanych z nadmierną podażą sodu w diecie. Wcześniejsze badania wykazały, że wysokie spożycie sodu zwiększało ryzyko rozwoju cukrzycy typu 2 niezależnie od wpływu innych czynników takich jak brak aktywności fizycznej i nadciśnienie tętnicze. Patogeneza chorób sercowo-naczyniowych w otyłości może również wynikać ze związku pomiędzy nadmiernym spożyciem sodu a insulinoopornością, jednakże wcześniejsze badania kliniczne oceniające zależność pomiędzy spożyciem sodu a wrażliwością na insulinę i tolerancją glukozy nie przyniosły jednoznacznych rezultatów i nie dostarczyły przekonujących dowodów o konieczności redukcji spożycia sodu w kontekście zapobiegania rozwojowi insulinooporności w wymiarze istotnym dla zdrowia publicznego. Stąd w naszym projekcie oceniano wpływ umiarkowanych, realnych do wprowadzenia w życie, zmian w spożyciu soli w dłuższym okresie obserwacji (8 tygodni) na insulinowrażliwość, perfuzję mięśni szkieletowych, funkcję tętnic oraz funkcję mięśnia sercowego. Wyniki naszych badań mogą przyczynić się do opracowania nowych sposobów postępowania terapeutycznego w nadwadze i otyłości w celu bardziej efektywnego zapobiegania chorobom sercowo-naczyniowym i cukrzycy. Przeprowadzone przez nas badania dostarczyły nowych danych dotyczących szkodliwego wpływu diety wysokosodowej na powikłania sercowo-metaboliczne niezależne od rozwoju nadciśnienia tętniczego. Projekt przyczynił się do określenia potencjalnych mechanizmów indukowanej sodem insulinooporności oraz możliwości odwrócenia zaburzeń w zakresie insulinowrażliwości oraz dysfunkcji mięśnia sercowego poprzez redukcję spożycia sodu u osób z nadwagą lub otyłych z insulinoopornością. Nasze badanie wzbogaciło dotychczasową wiedzę na temat szkodliwych, niezależnych od wpływu na ciśnienie tętnicze, mechanizmów związanych z nadmierna podażą sodu w diecie oraz dostarczyło nieodpartych dowodów o decydującym znaczeniu dla zdrowia publicznego, przemawiających za potrzebą redukcji spożycia sodu w diecie w polskiej populacji. Ma to szczególnie istotne znaczenie w kontekście rozwijającej się epidemii cukrzycy i chorób sercowo-naczyniowych przy uwzględnieniu faktu, że dieta Polaków jest bardzo bogata w sód. Wg Polskiego i Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego oraz WHO zalecane maksymalne spożycie sodu wynosi 2 g na dobę, czyli 5 g soli kuchennej na dobę. Tymczasem w większości krajów zachodnich spożycie soli jest duże (ok. 9 – 10 g/d), co przyczynia się do zwiększonej zapadalności na choroby sercowo-naczyniowe. Sytuacja w Polsce jest jeszcze gorsza. Wg Instytutu Żywności i Żywienia spożycie soli w naszym kraju wynosiło w 2009 r. 11,5 g na osobę/dobę, co ponad dwukrotnie przewyższa zalecaną dawkę i jest jedną z najwyższych średnich w Europie. Ponadto istnieją przesłanki, że u osób z nadwagą spożycie sodu w diecie przewyższa szacunkowe dane dotyczące przeciętnej populacji. W kontekście wyników naszych badań należy spodziewać się realizacji kolejnych projektów ukierunkowanych na ocenę korzyści zdrowotnych wynikających z redukcji spożycia sodu oraz promowania produkcji żywności o znacznie ograniczonej zawartości sodu.

**The influence of dietary sodium intake on insulin resistance and myocardial dysfunction in overweight and obesity**

Obesity is a precursor to conditions such as type 2 diabetes and cardiovascular disease. A common feature of these conditions is insulin resistance. Previous research showed that vascular defects in skeletal muscle contribute to insulin resistance. Obesity and insulin resistance are also important contributors to left ventricular dysfunction, which increases the risk of heart failure. The mechanistic link between obesity, insulin resistance and subclinical left ventricular dysfunction has not been proven yet. While high fat diet is a leading contributor to these conditions, increased sodium intake is a common feature of the obesogenic environment, and may contribute to development of subclinical vascular defects leading to insulin resistance and myocardial dysfunction. Typically, the effects of sodium on circulatory function are attributed to hypertension, but previously published data suggest that sodium intake may have other independent adverse effects. The extent to which dietary sodium contributes to insulin resistance and associated myocardial dysfunction has not been previously established and was the premise of the current research project. Evidence exists that sodium intake causes insulin resistance due to impaired vascular effects in skeletal muscle, independent of myocyte insulin sensitivity and hypertension. The finding that the reduction of dietary sodium is linked with the improvement in insulin resistance and myocardial dysfunction might impact on the current management of these conditions and, consequently, contribute to the decrease in cardiovascular disease and diabetes burden.

The Polish diet is high in sodium. The daily intake of sodium recommended by Polish and European Societies of Cardiology is less than 2 g (5 g salt/day) for the general population. However, in the majority of European countries daily salt intake is high (approximately 9 – 10 g/day). Data obtained by Polish authorities are even higher. In 2009 it was reported that daily salt consumption two times exceeded recommended norm and achieved 11.5 g, which was one of the highest ones in Europe. Importantly, it has been demonstrated that overweight people consume even higher amounts of sodium in their diet.

In our project, we confirmed that high dietary sodium has a detrimental impact on insulin sensitivity and myocardial function in lean and overweight/obese normotensive subjects, and that the reduction in daily sodium intake has a beneficial influence on insulin sensitivity and myocardial function in overweight/obese and insulin-resistant normotensive individuals. We confirmed our hypotheses that high sodium intake increases muscle insulin resistance (via vascular mechanisms) and obesity-related subclinical myocardial dysfunction.

Since the dietary sodium intake and the prevalence of overweight/obesity and insulin-resistance in Polish society are high, the results of our study may significantly contribute to the improvement of health status of our society, as well as populations of other industrialized countries of Europe and the world.