

# ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA GRANTU SPOLEČNOSTI AQUALIFE INSTITUTU

**Název projektu:** Změny distribuce a objemu celkové tělesné tekutiny, extracelulární a intracelulární tekutiny v průběhu redukčního režimu u obézních žen

**Řešitel:** MUDr. Taťána Staňková

**Provádějící pracoviště:** Centrum pro poruchy metabolismu a výživy,  
Poliklinika Národní, Národní 9, Praha 1

## Úvod

Obezita a nadváha jsou v současné době pátou nejčastější rizikovou situací zvyšující mortalitu. Vzhledem ke stále se zvyšující prevalenci nadváhy a obezity se jeví prevence a léčba tohoto onemocnění významnou příležitostí, jak zlepšit zdravotní stav populace. Současně s obezitou, jako základního onemocnění, je nutné vzít v úvahu komplikace z ní vyplývající, mezi které patří metabolický syndrom, diabetes mellitus a kardiovaskulární choroby. Významnou součástí prevence a léčby obezity je udržení vodní a iontové rovnováhy. Avšak právě v této oblasti je velmi mnoho nejasností a některé mechanismy a vztahy mezi vodní a iontovou rovnováhou a obezitou nejsou dosud dostatečně objasněny. Velmi konfliktní názory, které bohužel jsou nedostatečně a málo objektivně doloženy, je vztah mezi hypohydratací, retencí tekutin, obezitou a redukčním režimem. Stále převládá názor, že pokles tělesné hmotnosti při redukčním režimu jde zejména na úkor vyloučení nadbytku tělesné vody u obézních jedinců. Dalším důležitým, nebo i hlavním vektorem poklesu tělesné hmotnosti je úbytek svalové hmoty. Z hlediska tekutinové a elektrolytové rovnováhy panuje nepodložený názor, že na začátku redukčního režimu je nemocný významně hyperhydratován a trpí latentními otoky, které se mobilizují v průběhu redukce tělesné hmotnosti. Úbytek tělesné hmotnosti, podle tohoto názoru, jde převážně na úkor eliminace nadbytečné vody a elektrolytů z organismu. Pro toto tvrzení jsou pouze spekulativní podklady, chybí však exaktní měření s využitím kalkulace poměrů iontových a vodních prostorů a zejména chybí popis dynamiky těchto procesů u obézních v průběhu účinného redukčního režimu.

Studie je proto zaměřena na sledování vodní a iontové rovnováhy v průběhu efektivní redukce tělesné hmotnosti s cílem zjistit, zda fenomén hyperhydratace obézních jedinců odpovídá skutečnosti a prověřit tvrzení, že pokles tělesné hmotnosti při redukci je převážně na úkor zmenšení objemu intersticiální a intracelulární tekutiny a dále, zda dochází k významné depleci aktivní svalové hmoty. Na rozdíl od některých dosavadních studií a názorů je cílem založit studii na objektivních datech získaných impedančním měřením tělesné kompozice, objemových kompartmentů, změn tělesné hmotnosti a iontové bilance.

## Cíle studie a hypotéza

Cílem studie je prokázat, že redukční dieta s řízeným energetickým deficitem vede prokazatelně při použití monitorování objektivních dat k úbytku tukové hmoty. Vyloučit mechanismus, kdy se uplatňuje na poklesu tělesné hmotnosti pouze přesun tekutin. Prokázat, že redukce tělesné hmotnosti není založena převážně na eliminaci otoků, kterými podle některých tvrzení pacient trpí před zahájením redukční léčby. Dále objektivně zhodnotit stav vodní a iontové rovnováhy

s cílem zjistit, zda je užitečné, případně nutné v průběhu redukčního režimu zajistit přiměřenou suplementaci tekutin vhodným pitným režimem.

### **Materiál a metody**

Cílovou skupinou byly pacientky Centra pro poruchy metabolismu a výživy, se sídlem Poliklinika Národní, Národní 9, Praha 1.

Ženy byly ve věku od 30 do 55 let. Průměrný věk žen byl 47,8 let.

Měření probíhalo od února do prosince 2020 ve standardních podmínkách v ordinaci. Pacientky docházely na měření v dopoledních hodinách, byly plně instruované a byly na měření co nejvíce odhalené, aby nedocházelo ke zkreslení somatických charakteristik (zejména stanovení hmotnosti). Po každém realizovaném měření obdržely zpětnou vazbu. Prostřednictvím přístroje Bodystat QuadScan 4000 byly naměřeny a následně analyzovány parametry tělesného složení, distribuce tekutinových kompartmentů, kvantifikace intersticiální (ECT) a intracelulární tekutiny (ICT), kvantifikace tukové hmoty (FM) a aktivní netukové tělesné hmoty (ATH).

Ke stanovení celkové tělesné hmotnosti byla použita lékařská váha Seca s přesností vážení na 100 gramů a ke stanovení obvodů těla a tělesného indexu (BMI) bylo použito pásmo s BMI kalkulátorem. Biochemická vyšetření prováděla laboratoř Synlab Praha.

Měření se zúčastnilo celkem 60 žen. Výběr měřené skupiny nebyl náhodný, jedná se o selektovanou skupinu, která navštěvovala ordinaci za účelem redukce tělesné hmotnosti, neměla žádné významné a pravidelné pohybové aktivity, neužívala diuretika ani vysoké dávky hormonů a vyjádřila souhlas se studií.

### **Měřené parametry**

1. Tělesná výška (cm) – byla naměřena antropometrem s přesností 0,5 cm.
2. Tělesná hmotnost (kg) – byla zvážena s přesností 100 gramů na váze Seca.
3. Body Mass Index (BMI,  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) – klasifikace podle norem WHO (2004) byla stanovena pomocí BMI kalkulátoru.
4. Obvod pasu a boků byl změřen lékařským pásmem s přesností 1,0 cm.
5. Parametry tělesné kompozice byly stanoveny prostřednictvím bioelektrické impedanční analýzy přístrojem Bodystat QuadScan 4000 (% tuku, % vody - CT - celková tekutina, ICT - intracelulární tekutina, ECT - extracelulární tekutina, ATH - aktivní tělesná hmota).

## **Charakteristika přístroje Bodystat QuadScan 4000 a metoda měření**

Přístroj nabízí rychlou, snadnou, ekonomickou a neinvazivní alternativu vůči jiným metodám analyzujícím složení těla. Jedná se o bioimpedanční analyzátor složení těla pracující na principu měření různých složek proudových odporů při průchodu referenčního vzorku tělesnými strukturami. Následně jsou predikčními rovnicemi vypočítány hodnoty složení těla v absolutních hodnotách i procentuálně – tuk, aktivní tělesná hmota celkově i s odečtem vodního podílu, celková tělesná voda, intra- i extracelulární voda, masa buněčné hmoty, nutriční index atd. Predikční rovnice jsou přizpůsobeny pro určité skupiny obyvatelstva (ženy, muži, děti různých věkových kategorií, starší osoby, aktivní sportovci). Bodystat QuadScan 4000 představuje vícefrekvenční technologii (5, 50, 100 a 200 kHz) s přímým měřením fázového úhlu a segmentální hydratace. Mezi hlavní výhody přístroje patří neinvazivnost, snadné a rychlé použití. Bodystat QuadScan 4000 patří mezi terénní přístroje špičkové kvality určené pro klinické využití i pro plnění výzkumných cílů. Vyšetření lze provést v ordinaci, v nemocnici, přímo u lůžka. Snadné použití umožňuje pravidelné sledování stavu tak často, jak je nutné. Nezbytný je ovšem vyškolený personál. Měření prostřednictvím tohoto přístroje je prováděno v ležící pozici. Kvalita měření a zpracování výsledků je dána správným umístěním elektrod, dodržením metodiky provedení, správným výběrem a zpracováním predikčních rovnic ([www.bodystat.com](http://www.bodystat.com)).

## **Princip funkce přístroje - bioelektrická impedance**

Elektrické vlastnosti tkání byly popsány už v roce 1871. Tyto vlastnosti byly dále vylíčeny v širším spektru frekvencí na větším rozsahu tkání, a to včetně těch, které byly poškozené. V roce 1970 byly položeny základy bioelektrické impedanční analýzy, které ukazovaly na vztah mezi impedancí a obsahem vody v těle. Komerčně dostupné se BIA analyzátoři staly v roce 1990. Bioelektrická impedanční analýza (BIA) je technologie, která využívá slabého elektrického impulzu k zjištění složení těla. Tuto neinvazivní, terénní a bezpečnou metodu lze využít pro stanovení konkrétních parametrů u zdravých jedinců i u pacientů s různými klinickými nálezy. Princip metody spočívá v rozdílech ve vedení elektrického proudu v různých tkáních. V beztukové tkáni je obsah vody a elektrolytu vysoký. Voda a elektrolyt jsou dobrými vodiči, proto je hodnota impedance (odporu) nízká. Tuk je oproti tomu špatným vodičem elektrického proudu, výsledné hodnoty impedance jsou tudíž vysoké. Hodnota bioelektrické impedance je nepřímě úměrná objemu tkáně, kterou elektrický proud prochází. Ze zjištěné bioelektrické impedance se pomocí regresních rovnic vypočítá množství tuku v organismu. Při stanovování extracelulární a intracelulární vody v těle je nutno použít multifunkční zařízení, které je schopno

měřit jak kapacitní (reaktance), tak odporovou (rezistence) složku, to znamená celkovou bioimpedanci. Celková tělesná voda je základní proměnnou bioelektrické impedanční analýzy (BIA), z níž se určují další tělesné složky. BIA pracuje s lidským tělem jako s válcem, pokud známe délku (výšku těla) a impedanční hodnotu, jsme schopni vyjádřit objem vody v těle. Citlivost metody BIA na stav hydratace organismu je velká. Chyba měření metody se pohybuje v rozmezí 2-4 %. Aktivní tělesnou hmotu, obecně řečeno, tvoří všechny buňky, které se přímo podílejí na svalové práci.

Základní dělení pro diagnostiku tělesného složení s využitím BIA je založeno na počtu použitých dotykových elektrod. Bipolární přístroje se dnes pro vědecké účely téměř nepoužívají. Uplatnění nachází přístrojová technika využívající pro měření celkové impedance čtyř nebo osmi dotykových elektrod. Elektrody jsou umístěny na pravé i levé části těla, v oblasti dlaně a palce ruky, další dvě se nacházejí na předním segmentu nohy a na patě. Výhodou nových metod je možnost hodnotit podíl tělesných frakcí v základních pěti segmentech (trup, levá a pravá horní končetina, levá a pravá dolní končetina). Výhodou segmentální BIA je schopnost oddělit trup od zbylých segmentů, čímž se výrazně snižuje potenciální chyba měření. Metoda bioelektrické impedance využívá technologii monofrekvenční BIA (SF-BIA) a multifrekvenční BIA (MF-BIA).

### **Monofrekvenční bioelektrická impedance (SF-BIA)**

Při analýze tělesného složení SF-BIA využívá pouze jednu frekvenci proudu (0-50 kHz). V tomto frekvenčním rozmezí nemůže proud plně proniknout buněčnou membránou. Monofrekvenční technologie tak neumožňují komplexní hodnocení tělesných tekutin. Parametry touto metodou získané jsou odhad množství tukové hmoty, aktivní tělesné hmoty a celkové tělesné vody, podíl intracelulární tekutiny však nezjistíme. SF-BIA je platným a spolehlivým prostředkem pro hodnocení tělesného složení u zdravé populace se stabilními hodnotami tělesných tekutin a elektrolytickou bilancí. Tato metoda nemusí být platná pro obézní jedince, stejně tak u jedinců se změněnou hydratací způsobenou například klinickým stavem pacienta mohou být měření zatížena větší chybou.

### **Multifrekvenční bioelektrická impedance (MF-BIA)**

MF-BIA využívá oproti SF-BIA několik frekvencí (0, 1, 5, 50, 100, 200 až 1000 kHz). Proud vyšších frekvencí proniká buněčnou membránou, může proto hodnotit i intracelulární tekutiny. Multifrekvenční bioimpedanční technologie vyhodnocuje hodnoty tuku prosté hmoty, buněčné hmoty, celkové tělesné vody, intracelulárních a extracelulárních tekutin). V rámci studie MF-

BIA byla při frekvencích pod 5 kHz a nad 200 kHz zjištěna špatná reprodukovatelnost výsledků vidí význam multifrekvenční technologie především při analýze tělesného složení obézních jedinců. Dále je cenným nástrojem pro měření tělesné vody u podvyživených osob a osob kriticky nemocných.

Základní proměnnou měřenou bioelektrickou impedancí je celková tělesná voda. Nejslabším místem všech bioimpedančních metod v regresních rovnicích je vedle válcového modelu lidského těla a nepřesností umístění elektrod předpoklad homogenity lidského těla. Proto je velmi důležité pro každou skupinu měřených probandů určit odpovídající predikční rovnice, které jsou pro praktické využití těchto metod limitující. Predikční rovnice jsou specifické podle věku, pohlaví, etnika, úrovně pohybové aktivity. Analýza tělesného složení na základě bioelektrické impedance představuje rozbor hmotnosti na tukovou složku, aktivní tělesnou hmotu, obsah celkové vody, obsah intracelulární a extracelulární tekutiny.

Metoda BIA je velmi citlivá na stav hydratace organismu, záleží také na termoregulaci a povrchové teplotě kůže. Předchozí tělesné zatížení, především anaerobního charakteru, nevhodný příjem tekutin a potravin mohou ovlivnit naměřené výsledky. Pro měření nejsou vhodné ženy a dívky v období před a během menstruace, dále pacienti užívající léky ovlivňující vodní režim. Měření se neprovádí u pacientů s kardiostimulátorem a u pacientek v těhotenství. Pro získání objektivních hodnot a maximální eliminaci rizika nepřesných výsledků je potřeba dodržovat konkrétní standardní - nejíst a nepít alespoň po dobu 4-5 hodin před testem, necvičit alespoň po dobu 12 hodin před testem, vyprázdnit močový měchýř 30 minut před testem a organismus opět zavodnit neslazenou tekutinou.

### **Statistické hodnocení**

Získaná data byla statisticky zpracována pomocí software SigmaStat verze 14.5 (Systat Software Inc., US). Získaná data jsou prezentována jako medián (1.; 3. kvartil) nebo jako průměr  $\pm$  směrodatná odchylka. Statistický rozdíl mezi skupinami byl testován pomocí Mann-Whitney rank-sum test a  $p \leq 0,05$  je považováno za statisticky významné.

### **Výsledky**

Souhrnná statistika prokazuje, že redukční režim vede ke snížení nejen celkové tělesné hmotnosti, ale dochází i k statisticky významné redukci tukové hmoty. Pozoruhodný je nálezný, který statisticky významně dokládá, že přes snížení celkové hmotnosti a při redukci podílu tukové tkáně nebyl zaznamenán pokles aktivní tělesné hmoty (ATH - reprezentovaný převážně

kosterními svalstvem), ale naopak při celkovém poklesu tělesné hmotnosti redukčním režimem došlo ke vzestupu ATH na úrovni vysoké statistické významnosti ( $p < 0,001$ ).

*Přínosem práce je zjištění, že na rozdíl od některých literárních tvrzení (spekulativního charakteru), která nejsou podložena objektivními daty, tato studie prokazuje, že obézní nemocní mají před zahájením redukčního režimu známky hypohydratace a k normalizaci tohoto deficitu dochází po redukci tělesné hmotnosti za předpokladu, že je v průběhu redukčního režimu zajištěn trvale dostatečný příjem tekutin. Tento stav dokládají nálezy statisticky významně vyšších hodnot ECT i ICT po redukci tělesné hmotnosti na úrovni statistické významnosti  $p < 0,001$ .*

## Statistické výsledky - výpočty a grafy

### Statistické porovnání procenta aktivní tělesné hmoty pacientů

Normality Test (Shapiro-Wilk) Failed ( $P < 0,050$ )

#### Wilcoxon Signed Rank Test

Data source: Data 1 in Metabo souhr

Group	N	Missing	Median	25%	75%
ATH pø p60		0	58,600	55,125	63,875
ATH po	60	0	61,000	58,325	65,175

W= 1764,000 T+ = 1767,000 T- = -3,000

Z-Statistic (based on positive ranks) = 6,658

( $P = < 0,001$ )

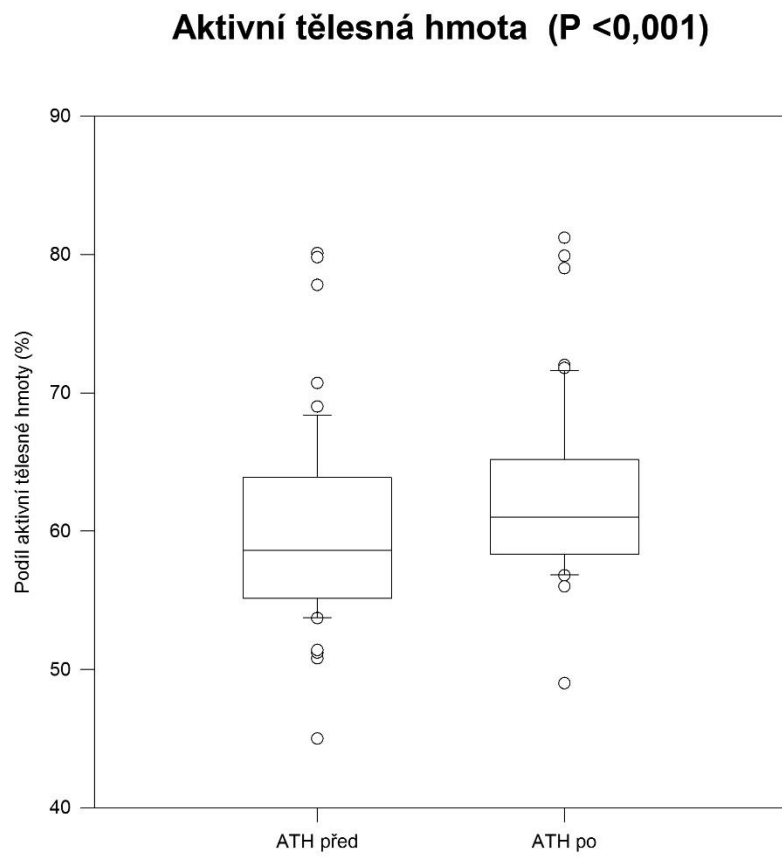
The change that occurred with the treatment is greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference ( $P = < 0,001$ ).

Viz. obr. 1



Obr. 1

Aktivní tělesná hmota



## Statistické porovnání procenta extracelulární tekutiny pacientů

Normality Test (Shapiro-Wilk) Failed ( $P < 0,050$ )

### Wilcoxon Signed Rank Test

Data source: Data 1 in Metabo souhr

Group	N	Missing	Median	25%	75%
ECT % pøø60		0	20,800	19,800	22,175
ECT % po 60		0	22,000	21,000	23,100

W= 1334,000 T+ = 1582,000 T- = -248,000

Z-Statistic (based on positive ranks) = 4,912

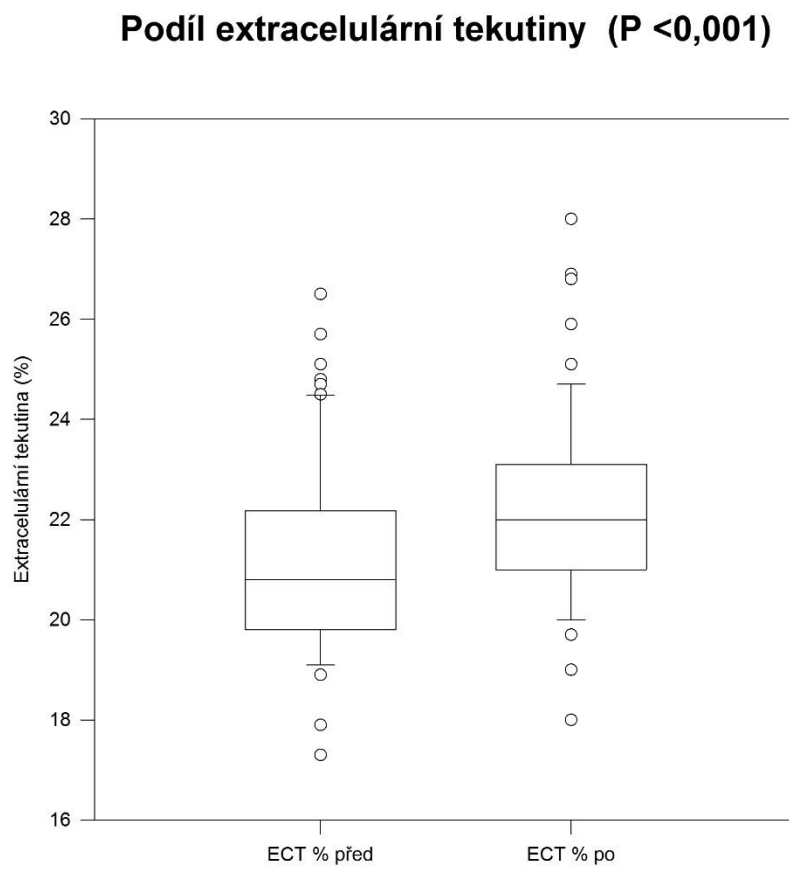
( $P = <0,001$ )

The change that occurred with the treatment is greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference ( $P = <0,001$ ).

Viz obr. 2.

Obr. 2

Podíl extracelulární tekutiny



## Statistické porovnání procenta intracelulární tekutiny pacientů

Normality Test (Shapiro-Wilk) Failed ( $P < 0,050$ )

### Wilcoxon Signed Rank Test

Data source: Data 1 in Metabo souhr

Group	N	Missing	Median	25%	75%
ICT pøpø	60	0	25,250	24,150	26,175
ICT po	60	0	26,150	25,425	27,100

W= 1708,000 T+ = 1769,000 T- = -61,000

Z-Statistic (based on positive ranks) = 6,288

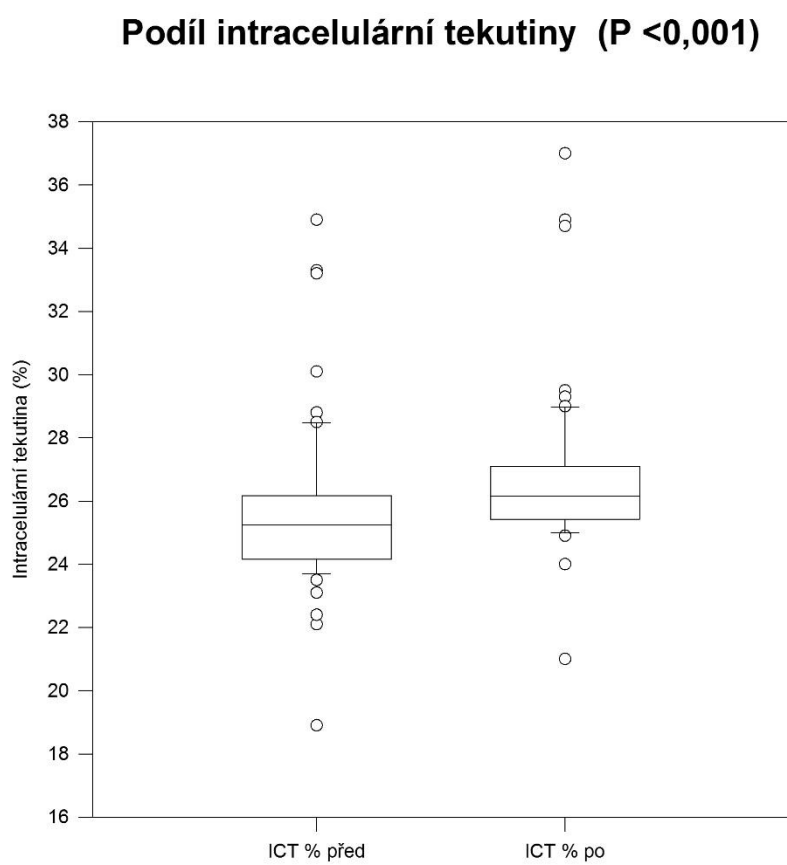
( $P = < 0,001$ )

The change that occurred with the treatment is greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference ( $P = < 0,001$ ).

Viz obr. 3.

Obr. 3

Podíl intracelulární tekutiny



## Statistické porovnání tělesné hmotnosti pacientů

Normality Test (Shapiro-Wilk) Failed ( $P < 0,050$ )

### Wilcoxon Signed Rank Test

Data source: Data 1 in Metabo souhr

Group	N	Missing	Median	25%	75%
Váha pr	60	0	93,950	86,550	108,475
Vaha po	60	0	72,050	68,775	80,000

W = -1830,000 T+ = 0,000 T- = -1830,000

Z-Statistic (based on positive ranks) = -6,736

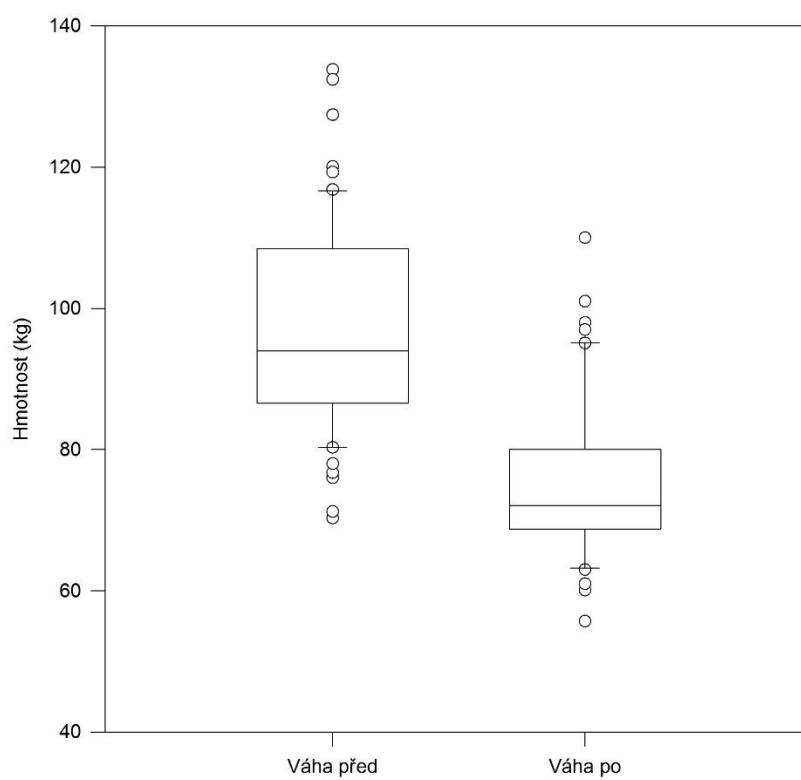
( $P = < 0,001$ )

The change that occurred with the treatment is greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference ( $P = < 0,001$ ).

Viz obr. 4.

Obr. 4

Hmotnost pacientů

**Hmotnost pacientů ( $P < 0,001$ )**

## Statistické porovnání procenta tuku pacientů

**Normality Test (Shapiro-Wilk)** Failed ( $P < 0,050$ )

**Wilcoxon Signed Rank Test**

**Data source:** Data 1 in Metabo souhr

<b>Group</b>	<b>N</b>	<b>Missing</b>	<b>Median</b>	<b>25%</b>	<b>75%</b>
% tuku pø 60	60	0	43,050	39,375	45,275
% tuku po 60	60	0	34,500	31,000	37,425

W = -1830,000 T<sub>+</sub> = 0,000 T<sub>-</sub> = -1830,000

Z-Statistic (based on positive ranks) = -6,736

(P = <0,001)

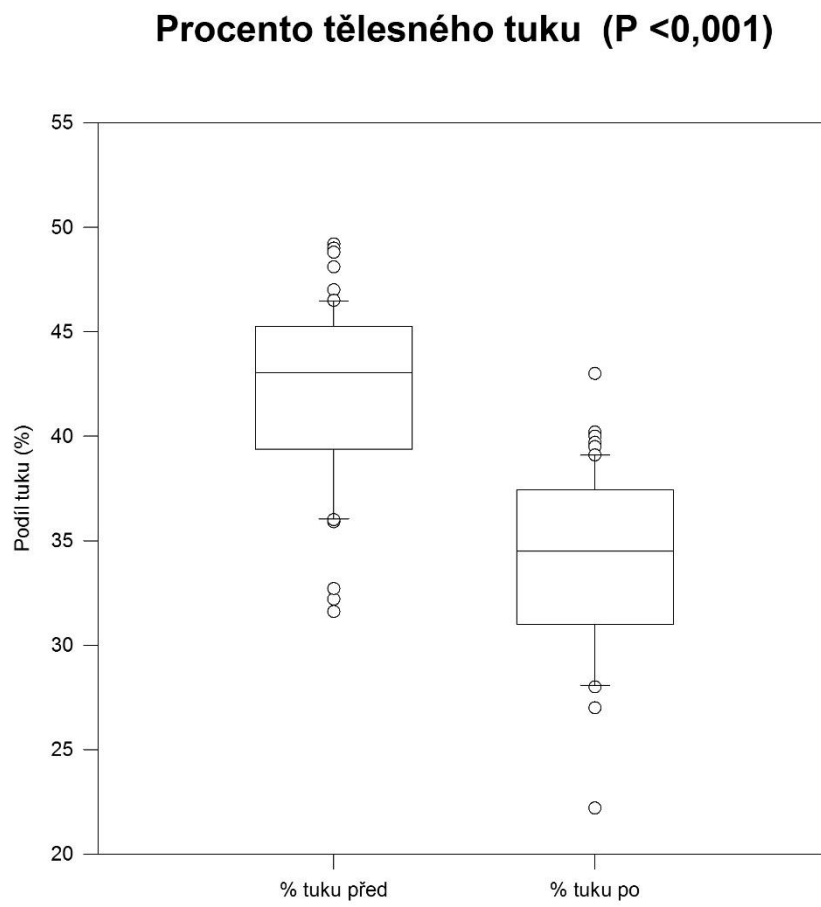
The change that occurred with the treatment is greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference ( $P = <0,001$ ).

Viz obr. 5.



Obr. 5

Procento tělesného tuku



## Statistické porovnání procenta tělesné vody pacientů

### Paired t-test:

**Data source:** Data 1 in Metabo souhr

**Normality Test (Shapiro-Wilk)** Passed (P = 0,176)

Treatment Name	N	Missing	Mean	Std Dev	SEM
% vody pø	60	1	44,766	5,976	0,778
% vody po	60	0	46,367	5,502	0,710
Difference	60	1	-1,658	1,483	0,193

t = -8,587 with 58 degrees of freedom.

95 percent two-tailed confidence interval for difference of means: -2,044 to -1,271

Two-tailed P-value = 6,414E-012

The change that occurred with the treatment is greater than would be expected by chance; there is a statistically significant change (P = <0,001)

One-tailed P-value = 3,207E-012

The sample mean of treatment % vody po exceeds the sample mean of treatment % vody pø by an amount that is greater than would be expected by chance, rejecting the hypothesis that the population mean of treatment % vody pø is greater than or equal to the population mean of treatment % vody po. (P = <0,001)

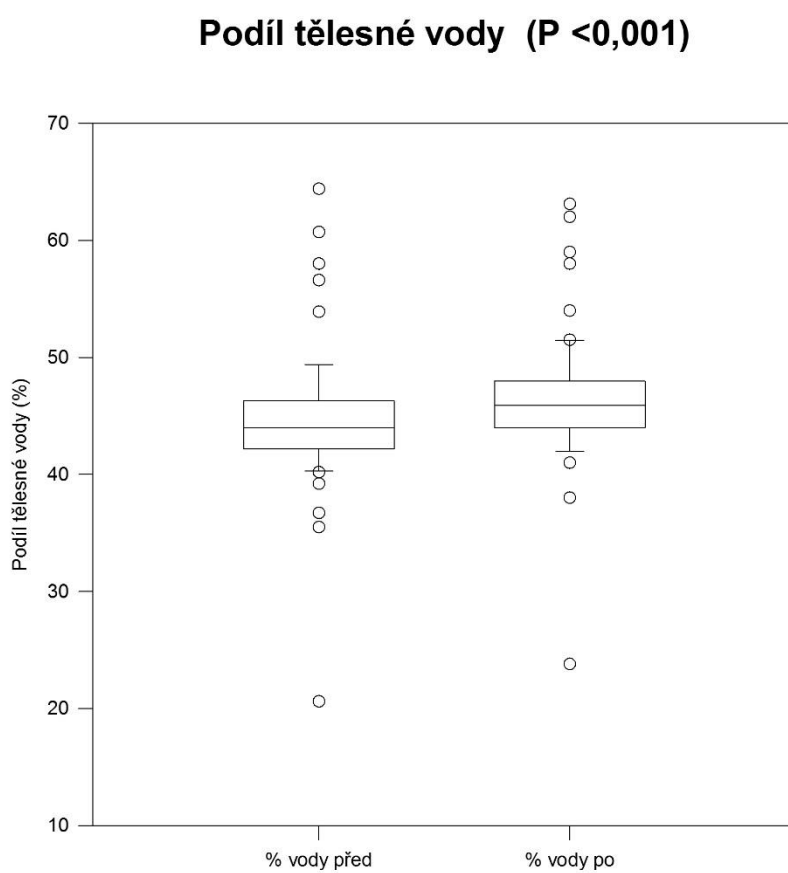
Power of performed two-tailed test with alpha = 0,050: 1,000

Power of performed one-tailed test with alpha = 0,050: 1,000

Viz obr. 6.

Obr. 6

Podíl tělesné vody



Tab. 1

**Minerály v moči**

<b>Pacient</b>	<b>Na+ před</b>	<b>Na+ po</b>	<b>K+ před</b>	<b>K+ po</b>	<b>Cl-před</b>	<b>Cl- po</b>	<b>Urea před</b>	<b>Urea po</b>
<b>1</b>	121	125	31,7	28	144	137	136	150
<b>2</b>	98	70	56	58	105	100	430	443
<b>3</b>	102	90	78	86	130	111	556	567
<b>4</b>	150	148	98	100	200	150	654	598
<b>5</b>	180	169	56	32	230	140	710	701
<b>6</b>	215	220	43	30	248	198	590	478
<b>7</b>	147	142	110	98	164	169	378	321
<b>8</b>	178	130	89	90	168	177	589	608
<b>9</b>	132	120	115	101	150	165	632	647
<b>10</b>	141	145	32	41	178	189	298	301
<b>11</b>	154	138	64	62	225	204	701	654
<b>12</b>	129	110	33	35	164	170	400	487
<b>13</b>	198	90	96	87	249	200	623	621
<b>14</b>	163	120	81	80	187	176	754	701
<b>15</b>	154	160	105	99	164	152	338	402

Tab. 2

## Zdrojová souhrnná data studie

Pořadí	Váha před	Váha po	% tuku před	% tuku po	ATH před	ATH po	% vody před	% vody po	ECT % před	ECT % po	ICT před	ICT po
1	102,6	93,5	43,8	39,1	56,2	60,9	42	45	19,8	21,4	24,7	25,5
2	111,2	93,6	44,4	39,5	55,6	60,5	42,4	45,3	20,2	21,6	24,4	25,2
3	91,9	80	35,9	30	64,1	65,1	45,7	47	21,2	22,1	26,2	27,1
4	91,7	70,7	36,5	31,1	63,5	67,1	46,2	47,1	21,6	23,3	26,3	27,8
5	132,4	110	45,7	36	80,1	81,2	64,4	63,1	25,1	26,8	33,3	34,7
6	114,7	95	36	28	70,7	79	58	59	23,6	24,7	33,2	34,9
7	94,2	71	43,4	33	56,6	58	43,5	46	20	21	24,6	25,7
8	81,5	67	36	32	79,8	79,9	60,7	62	24,8	25,9	34,9	37
9	94,9	69	40,6	32	59,4	60	42,7	44	19,8	21	25,4	26
10	89,9	64	45,1	30	54,9	58	40,6	41	19,1	22	24,1	25
11	127,4	101	44,7	38,8	61,2	63	43,6	45	18,9	20	25,5	26,7
12	112,5	63,2	40	22,2	77,8	79	56,6	58	26,5	28	28,5	29,5
13	88,2	63,2	43,1	37,2	62,8	64	49,4	54	23,3	24,3	26,3	27
14	84,7	70	41,4	36	58,6	60	45,4	47	21,6	23	25,2	27
15	115	76,5	43	34	66	68	46	47	21,6	23	25,7	27
16	116,8	98	47	43	54,8	57	39,2	42	18,9	21	23,1	25
17	89	65	39,3	30	60,7	64	45,5	46	21,3	22	25,9	26
18	82,3	70	36,9	34	65,1	67	46,3	47	21,8	23	25,7	26,4
19	102,7	75	49,2	35	50,8	56,8	35,5	41	17,3	19	22,1	26
20	80,4	70	46,3	40	53,7	56	41,3	44	19,6	23	23,9	25
21	76	61	37,4	31	64,6	70	47,6	48	22,5	23	25,7	28
22	85,6	70	39,8	33	59,7	62	46,3	48	22,2	24	25	26
23	70,3	60,1	32,7	28	67,3	67,3	47,8	48	22,5	22,8	25,9	26,1
24	92,4	70	39,7	32,3	61,7	63	42,9	44	20,3	22	24,7	25
25	81	70	43	37,6	51,4	56	40,2	42	19,1	20,1	23,7	25
26	89,3	71	39	30	61	62	43,8	44,8	20,5	24	24,8	25
27	133,8	101	45,4	39	58,6	61	41,6	43,8	24,3	25,1	18,9	21
28	76,7	60,1	31,6	27	68,4	69	47,2	46,8	23,8	21,5	30,1	26,2
29	111,3	88	42	31,6	68,4	68,5	47,8	47,9	19,4	20	28,8	29,3
30	86	71	39,6	33	60,4	62	42,2	41	20,2	18	23,9	24
31	119,3	88	48,8	35	51,2	56	36,7	38	17,9	18	22,4	25
32	88,2	70	37,1	31	62,9	64	44,4	46	20,9	19	25,3	26
33	90,2	55,7	42,3	28	57	72	53,9	51	24,7	20,9	28,3	29
34	95,4	76,4	45,3	38,5	54,7	61,5	44	49	20,7	23,2	25,1	26,5
35	99	79	46	37,5	55	57	44	48	20,7	22,9	25,1	27
36	71,2	63	32,2	28	67,8	69	47,9	49	22,5	24,7	26,1	27
37	88,9	68,7	38,7	28,8	69	71,8	48	51,5	24,5	23	26,6	27,7
38	92,5	73	43	34	60,4	61	40,9	43	19,7	20	23,5	25
39	108,8	78,8	45,1	37	54,9	60	42	42	19,2	19,7	25	26
40	97,2	74	45,3	37	45	49	20,6	23,8	25,7	26,9	25,1	26,5
41	84	73	43	38,5	59,4	61	42,2	44	20,2	22	23,7	26
42	115	70	45,5	36	57	60,4	42,7	45,7	20,9	21,7	23,8	24,9
43	113,8	80	45	39,7	54	58	43,2	44,5	20,7	22	25	26,1
44	107,5	77	40,5	36	60	62	45,7	47	20	21,7	23,8	24,9
45	101	80	43	36,1	56,9	60,8	45,3	47	21,7	22	25,7	28
46	100,7	70,1	44	35,5	57	59,5	45,3	47,1	20,9	23,1	26,2	28,7
47	78	68	37,5	30,6	64	65,2	46,9	47,8	21,5	21,8	26,2	27
48	97	72	46,5	36	56	59	46,7	49,3	20,7	22,9	25,9	26,2
49	93,5	80	43,2	38,1	55,2	58,1	42,8	44	19,8	21,2	25,4	26,8
50	95,5	72,1	46,2	33	57,2	59,1	43,7	45	20,9	23,1	24,8	25,9
51	101,6	90,6	44,2	38,7	57,2	59,9	42	45,1	19,9	21,3	24,6	25,4
52	107,4	95,1	45,2	37,2	58,5	60,7	44	47,2	20,3	22,2	23,8	25,7
53	109,4	97	45	40,2	55,1	58,1	40,3	43,4	21,7	22,8	25,6	26,9
54	93,7	75	43,7	37	55	57,2	42,5	44,3	19,5	21,9	26,1	27,8
55	90,9	68	42	30,5	57	59	44	45,5	22,1	23,6	24,3	27,1
56	120,1	91	49	36,2	59,1	61,3	45,9	49,2	22,3	24,5	27,1	28
57	81	65	48,1	32	51,4	56	44,2	45,8	19,1	20,7	23,7	27,4
58	101,7	89,7	43,2	37,5	57,2	59,8	43,1	45,3	20,7	22,8	25,7	25,9
59	91,9	73	38,9	33,9	64,1	63,9	45,9	45,7	21,7	21	26,2	26,1
60	80,3	68	46,2	31	54,1	57,1	42,2	43	19,6	20,6	23,8	24,9

## Diskuze

Vodní a minerální rovnováha je u obézních pacientů složitým klinickým fenoménem, který má velkou důležitost zejména v průběhu řízené redukce tělesné hmotnosti. Dlouhou dobu se opakovaně prezentují názory, že obézní pacienti trpí chronickou hyperhydratací a retence tekutin má charakter latentních nebo manifestních otoků. Z tohoto nesprávného a zavádějícího názoru vyplývá i nevhodné užívání až zneužívání diuretik, která jsou aplikována i přes četné vedlejší a nežádoucí účinky, které z tohoto nesprávného postupu vyplývají.

V poslední době se stále častěji objevují hlasy, které upozorňují na nesprávný názor zdůrazňující přítomnost hyperhydratace u obézních pacientů a podrobují jej kritice. Objevují se nové práce, upozorňující na skutečnost, že obézní jedinci nejeví projevy hyperhydratace, ale naopak, že mají snížený obsah tělesné vody a snížený objem extracelulární (ECT) i intracelulární (ICT) tekutiny. Tato tvrzení však nebylo do současné doby podpořeno dostatkem objektivních dat.

Cílem předkládané studie je naměření a statistické vyhodnocení objektivních dat, jejichž cílem je kvantitativně zhodnotit vztah hydratace extracelulárního a intracelulárního prostoru před zahájením a po ukončení redukčního režimu obézních žen.

*Získané výsledky prokazují u obézních jedinců sníženou hydrataci v obou prostorech (ECT i ICT) a tudíž důležitost podpory pitného režimu u obézních jedinců zejména v průběhu redukce tělesné hmotnosti.*

Dalším zásadním zjištěním je skutečnost, že pokles tělesné hmotnosti není spojen s deplecí aktivní tělesné hmoty (ATH), která při správně vedeném redukčním režimu se naopak statisticky významně zvyšuje. ***Řízený pitný režim se na základě těchto výsledků stává nedílnou součástí léčby obezity.***

## Závěr

1. Studie prokazuje využitelnost a potřebu monitorování iontové a vodní rovnováhy pomocí pokročilých metod, jako je impedanční měření parametrů tělesné kompozice a distribuce tělesných tekutin.
2. Výsledky prokazují účinnost použitého redukčního režimu a poskytují objektivní hodnoty úbytku tělesné hmotnosti i úbytku tukové tkáně.
3. Získaná data podporují na statisticky významné úrovni ( $p < 0,001$ ) tvrzení, že korektně vedená redukční léčba obezity zajistí úbytek tukových rezerv, ale nemá za následek snížení aktivní tělesné hmoty.

4. Z objektivních měření lze uzavřít, že *obézní jedinci netrpí nadbytečnou retencí tekutin, ale naopak jsou chronicky v hypohydratovaném stavu a je proto žádoucí korekce tohoto deficitu řízeným pitným režimem.*

## Literatura

Baumgart, P., Zidek, W., Losse, H., Karoff, Ch., Wehling, M., Vetter, W., Vetter, H. Obesity, Hypertension and Intracellular Electrolytes. *Klinische Wochenschrift*, 1983, 61, 803-805.

Dimsdale, J.E., Ziegler, M., Mills, P., Berry, Ch. Prediction of Salt Sensitivity. *American Journal of Hypertension*, 1990, 3, 429-435.

García, A.I.L., Moráis-Moreno, C., de Lourdes Samaniego-Vaesken, M., Puga, A.M., Varela-Moreiras, G., Partearroyo, T. Association between Hydration Status and Body Composition in Healthy Adolescents from Spain. *Nutrients*, 2019, 11, 2692, doi: 10.3390/nu11112692.

Hall, J.E., Brands, M.W., Dixon, W.N., Smith, M.J. Obesity-Induced Hypertension – Renal Function and Systemic Hemodynamics. *Hypertension*, 1993, 22, 292-299.

Lemos, T., Gallagher, D. Current body composition measurement techniques. *Current Opinion of Endocrinology, Diabetes and Obesity*, 2017, 24, doi: 10.1097/MED.0000000000000360.

Rosinger, A. Biobehavioral variation in human water needs: How adaptations, early life environments, and the life course affect body water homeostasis. *American Journal of Human Biology*, 2019, e23338, doi: 10.1002/ajhb.23338.

Sartorio, A., Malavolti, M., Agosti, F., Marinone, P.G., Caiti, O., Battistini, N., Bedogni, G. Body water distribution in severe obesity and its assessment from eight-polar bioelectrical impedance analysis. *European Journal of Clinical Nutrition*, 2005, 59, 155-160.

Tzamaloukas, A.H., Murata, G.H., Vanderjagt, D.J., Glew, R.H. Estimates of body water, fat-free mass, and body fat in patients on peritoneal dialysis by anthropometric formulas. *Kidney International*, 2003, 63, 1605-1617.

Wang, C., Guan, B., Yang, W., Yang, J., Cao, G., Lee, S. Prevalence of electrolyte and nutritional deficiencies in Chinese bariatric surgery candidates. *Surgery for Obesity and Related Diseases*, 2016, 12, 629-634.

Wong, J.M.W., Ebbeling, C.B., Robinson, L., Feldman, H.A., Ludwig, D.S. Effects of Advice to Drink 8 Cups of Water per Day in Adolescents With Overweight or Obesity (a randomized Clinical Trial). *JAMA Pediatrics*, 2017, doi: 10.1001/jamapediatrics.2017.0012.

Zouhal, H., Bagheri, R., Triki, R., Saeidi, A., Wong, A., Hackney, A.C., Laher, I., Suzuki, K., Abderrahman, A.B. Effects of Ramadan Intermittent Fasting on Gut Hormones and Body

Composition in Males with Obesity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, 17, doi: 10.3390/ijerph17155600.