

# Analýza složení lidského těla

Bioimpedanční analýza

Ing. Bc. Gabriela Mrázková

# Metody pro měření jednotlivých komponent tělesného složení

- Denzitometrie (hydrodenzitometrie) – ref metoda
- DEXA – ref. metoda
- TOBEC
- Nukleární magnetická rezonance
- Počítačová tomografie
- Bioimpedanční analýza
  
- (Měření obsahu celkové vody, Měření izotopu  $^{40}\text{K}$ , Ultrazvuk, Celotělová pletysmografie (voluminometrie))

# Hydrodenzitometrie

- Zjištění DENZITY = HUSTOTY ORGANISMU
- Archimédův princip vážení subjektu pod vodou (současně s měřením V vzduchu v plicích a dýchacích cestách)
- Značná spolupráce subjektů a vyškoleného personálu
- Jednoduchost principu – jedna z nejpřesnějších metod
- Ze stanovení hustoty těla se vypočítá množství tukové tkáně
- hmotnost ve vzduchu \* 0,996  
váha pod vodou – (V vzduchu v plicích a dýchacích cestách \* 0,996)
-



# DEXA /DXA

- *Dual energy x-ray absorptiometry*  
= skenovací technika snímající a měřící diferenciální zeslabení dvou x-paprsků při jejich průchodu tělem
- Umožňuje hodnotit:
  - složení celého těla
  - složení jednotlivých segmentů
- Výhoda:
  - vysoká reprodukovatelnost u dospělých
  - nejpřesnější metoda
  - malá zátěž pro pacienta
- Nevýhoda: vysoká cena, nedostupnost

Délka trvání analýzy : 20 - 30 min

Výzkumné účely; dg. osteoporózy



# TOBEC

- *Total Body Electrical Conductivity*  
= měření celkové tělesné elektrické vodivosti
- Princip:
- Spočívá ve stanovení celkové vodivosti těla metodou změn elektromagnetického pole u pacienta ležícího ve velké elektromagnetické cívce, která generuje toto pole. Změna pole vodivou hmotou těla (tj. voda a elektrolyty) je zaznamenávána měřičem impedance zabudovaným v systému
- Tento údaj je pak použit k výpočtu tukové hmoty
- U nás není vyšetření dostupné

# NMR a CT

## □ NMR

1. jádra s určitými vnitřními magnetickými vlastnostmi se při vysílání radiových vln definované frekvence řadí v určitém směru magnetického pole
2. po přerušení vysílání těchto vln se jádra vracejí do své původní pozice a vysílají absorbovanou energii, kterou lze MĚŘIT

## □ CT

1. Tukovou tkáň má definovanou denzitu ( $-50$  až  $-150$  HU = Hounsfield)  
Množství tukové tkáně lze vypočítat z plochy tukové tkáně zachycené v řadě řezů trupem

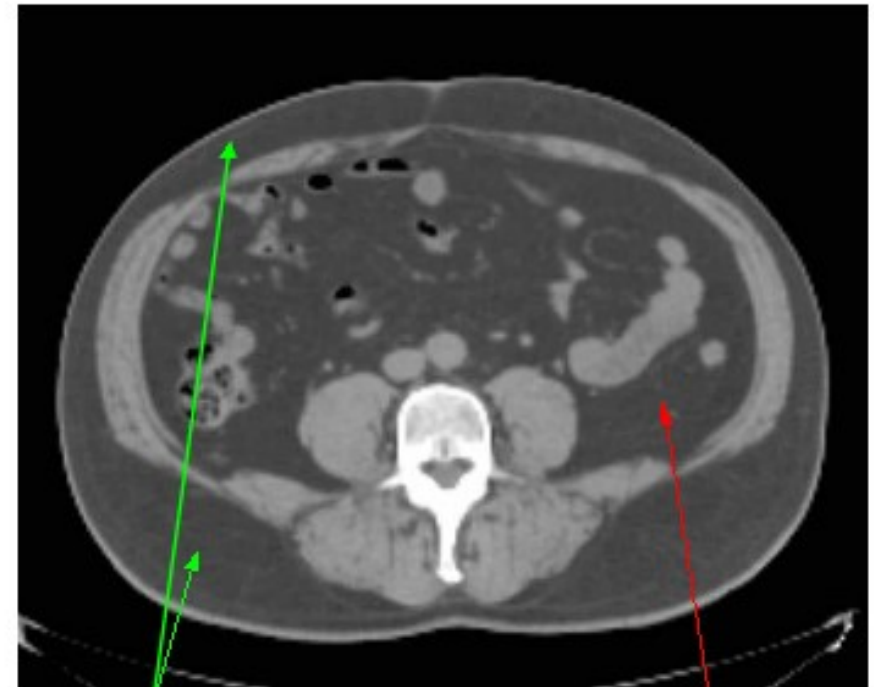
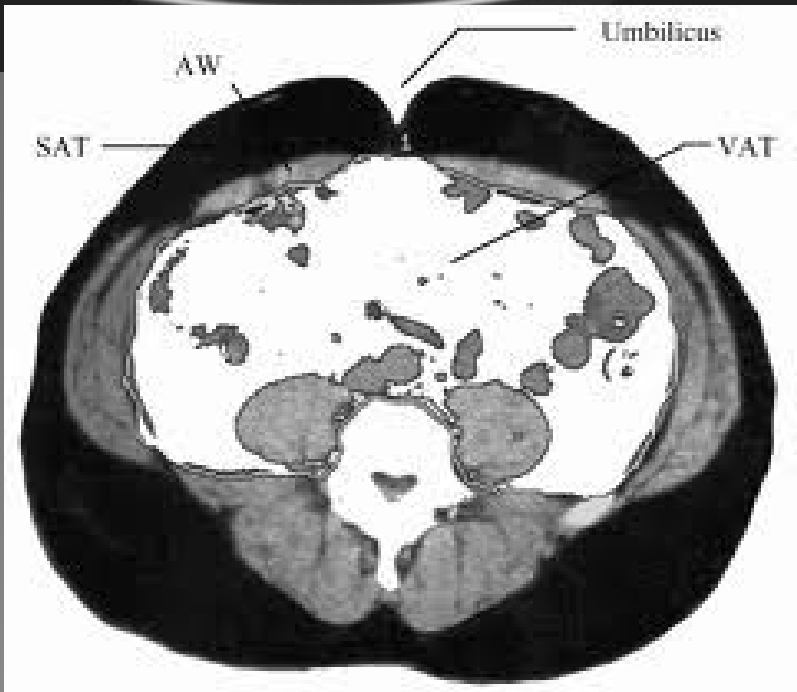
V poslední době se k výpočtu (z důvodu snížení iradiace) používá menšího počtu (1 až 3) řezů.

Výhodou metody je přesnost, nevýhodou je při použití většího počtu řezů radiační zátěž pacienta, dále vysoká cena a nedostatečná dostupnost vyšetření.



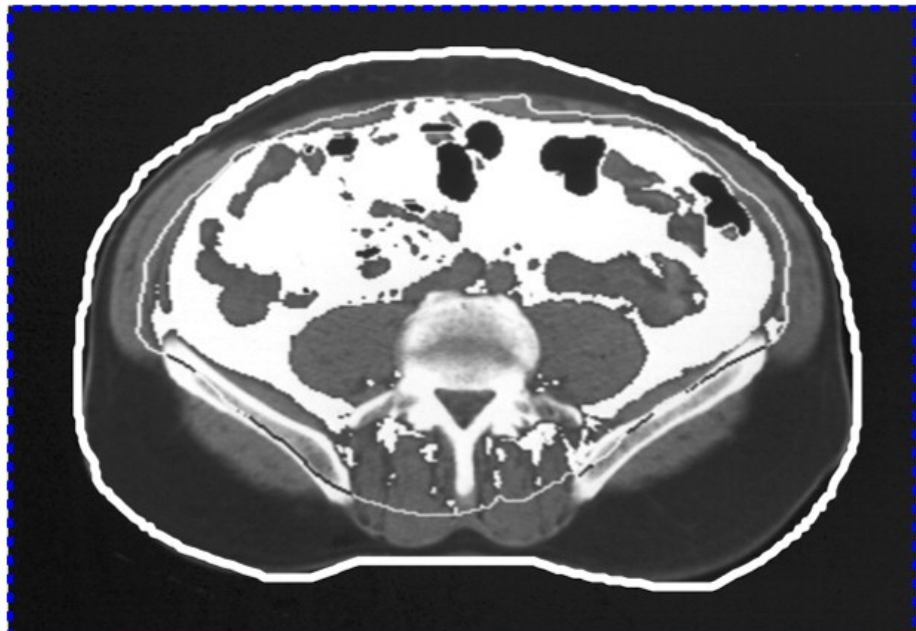


Cross-sectional image of the stomach  
(computer tomography).  
At the level of the fourth lumbar.

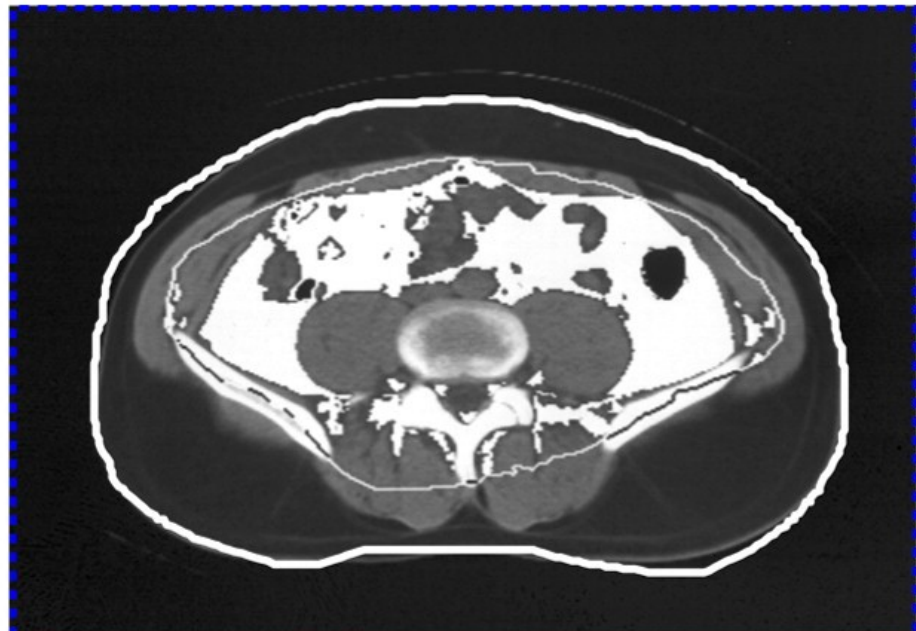


Subcutaneous fat      Back      Fat tissue  
inside the abdomen

With permission by Center for clinical research,  
Sahlgrenska Akademin, Gothenburg University



Fat mass: 19.8 kg  
Visceral AT: 155 cm<sup>2</sup>



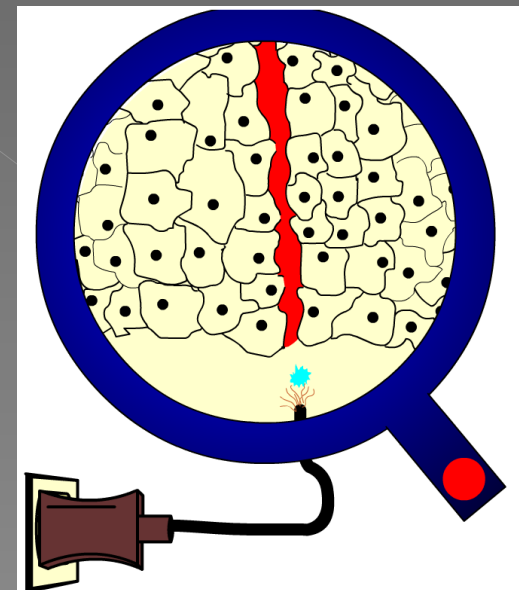
Fat mass: 19.8 kg  
Visceral AT: 96 cm<sup>2</sup>

# Další metody

- **Měření obsahu celkové vody:**
  - pomocí izotopové diluce (aplikace látky, která se rovnoměrně rozptýlí v celkovém obsahu vody v organismu a jejíž koncentrace je možno v odebraném vzorku měřit) např. deuteria vody
  - obsah vody je za fyziologických podmínek v tukuprosté hmotě stálý
- **Měření 40K:**
  - obsah izotopu draslíku je za fyziologických podmínek v tukuprosté hmotě stálý
  - nepřesné: nadhodnocování tuku
- **Ultrazvuk:**
  - princip: vysokofrekvenční zvukové vlny procházejí volně homogenními tkáněmi a určitá část vysílané energie se odráží od jakéhokoli rozmezí mezi odlišnými tkáněmi (např. Tuková a svalová tkáň) – odraz je konvertován do ELEKTRICKEHO SIGNÁLU
  - není dostatečně přesné

# BIA – základní pojmy

- Impedance (Hz) je komplexní veličina popisující zdánlivý odpor prvku a fázový posun napětí proti proudu při průchodu harmonického střídavého proudu dané frekvence daným prvkem.
- Rezistence R ... reálná část impedance ... definuje schopnost prvku proud zmenšit, nebo zastavit ... odpor prostředí
- Tuková tkáň – 80 % tuku – vynikající odpor, většina proudu je zastavena na membránách tukových buněk, jen malé množství proudu prochází oblastí s malou resistencí – kapiláry.
- Prvky s větším obsahem vody  
(krev, extracelulární tekutina, svalová tkáň)  
→ malá rezistence.



# Bioelektrická impedanční analýza

## Co je to BIA

→ Rezistenční měřicí metoda zavádějící slabý a bezpečný elektrický proud do lidského těla

**Proud proudí tělem**



**je měřena impedance (odpor)**



**dostamene množství vody v těle**

- Rozdílnost impedancí tělesných tkání – prokrvená tkáň – malý odpor, tuková hmota – velký odpor při vedení el. proudem
- elektrický proud je lépe veden **svalovou hmotou** → obsahuje konst. Podíl vody – 73 %
- Elektrický odpor je závislý na množství vody v těle
- **Tělesný tuk** obsahuje cca 20 % vody je určen nepřímo :

*Objem tělesného tuku = váha těla - hmotnost svalů*

# Využití BIA

- PERCENT BODY FAT (procentuální množství tuku)
- PERCENT LEAN BODY MASS (procentuální množství svalové hmoty)
- PERCENT BODY WATER (procentuální množství vody v organismu)

- ▣ k určení složení těla (body composition assessment)
- ▣ k určení stupně hydratace (zavodnění) organismu a jednotlivých částí těla

- velké využití v **kardiologii** – kvantifikace nahromadění tekutin u pacientů s kongestivním selháním srdce (hromadění krve v žilách)

- **nefrologie** – chronické selhání ledvin, stupeň poškození ledvin – schopnost vyloučit přebytečnou tekutinu – over hydration, dehydratace, hodnocení průběhu hemodialýzy

# Tabulka hodnot tělesného tuku pro dospělé

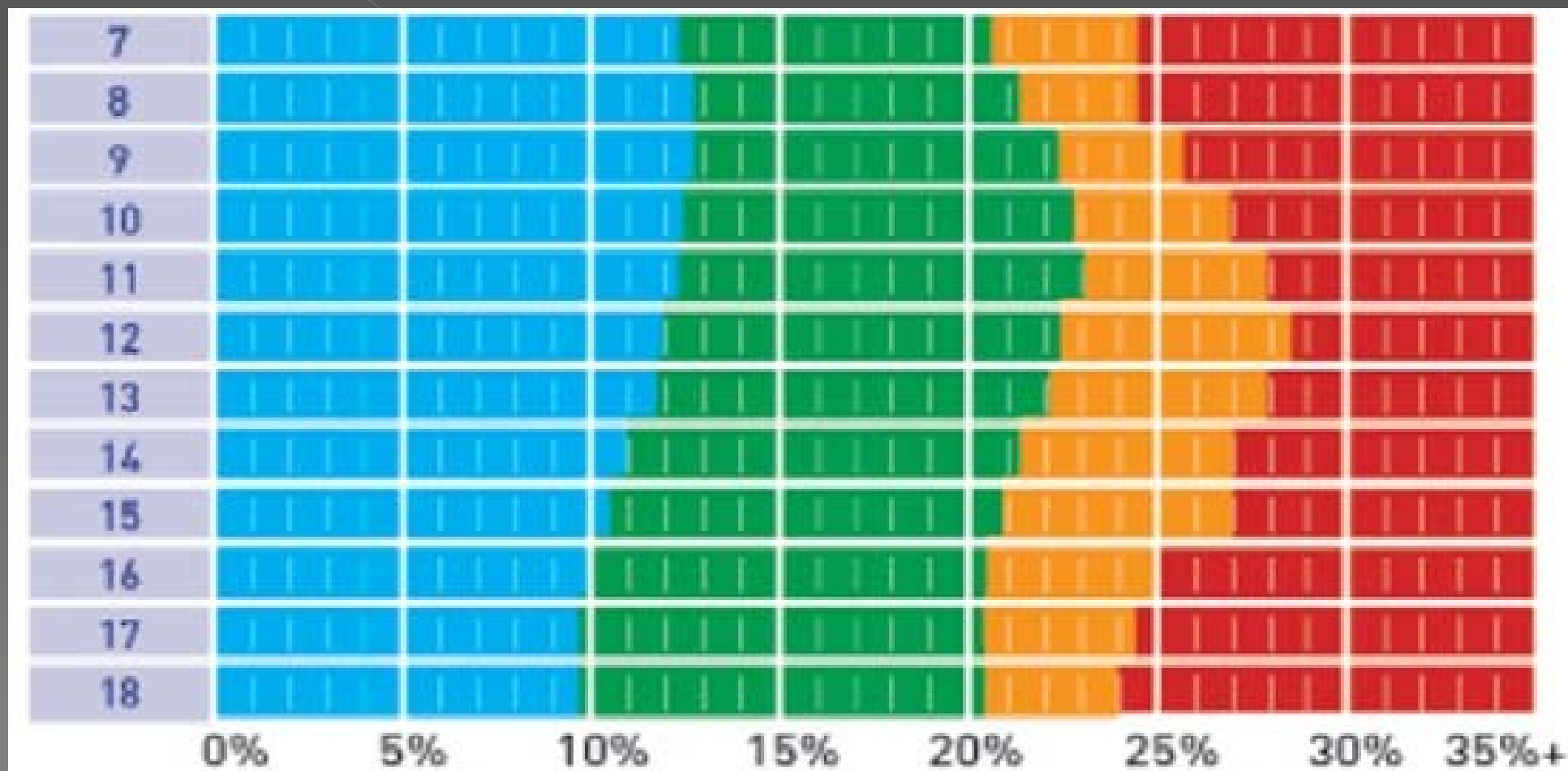


# Tabulka hodnot těl. tuku - dívky





# Tabulka hodnot těl. tuku chlapci



# Podmínky měření

- nejíst 2 hodiny před měřením
- 8-12 hod před nepít alkohol
- toaleta 😊
- neprovádět test s krátkým odstupem po sprchování či sauně
- neprovádět test během menstruačního cyklu
- normální teplota prostředí (20°C - 25°C)
- Při opakovaném měření provádíme test při shodných podmínkách

# Faktory ovlivňující přesnost měření

- 1. Nadměrná hydratace organismu – při zvýšené konzumaci tekutin – snížení impedance. Naopak při onemocnění, nebo po sportovním výkonu – dehydratace – zvýšení impedance.
- 2. Rozložení vody v těle vyšetřovaného: pokud pacient leží déle než 5 až 10 minut, voda klesne -nepředvídatelné hodnoty impedance

# Kontraindikace

- Kardiostimulátor!!!
- Těhotné ženy (do 6 týdnu těhotenství)
- U osob s kovem v určité části těla se mohou výsledky odlišovat
- Osoby, kterým chybí končetina

# Vývoj technologie BIA

- Zpočátku 90. let využívání pouze 1 frekvence (2 elektrody, 50 kHz) → malá přesnost ☹  
50 kHz neprochází bb membránou a měří pouze ECT
- Přidány statistické údaje založené na složení obyvatelstva a více frekvencí (200 kHz už proniká bb membránou) → zvýšilo přesnost měření osob standardního tělesného typu, ale nepřineslo absolutní přesnost (omron, jawon, tanita...)
- Technologie DSM-BIA (Direct segmental multi frequency) využití 6 frekvencí pro větší přesnost 1, 5, 50, 250, 500, 1000 kHz  
změna pohlaví, nebo věku měřené osoby nezmění výsledek měření (InBody)

**Impedance**

**Věk**

**Pohlaví**

**Další**

Stanovení analýzy stavby těla s ohledem na tyto proměnné údaje nám nikdy neposkytnou přesný výsledek

# Vývoj BIA

- 1969, Hoffer

- 1979, RJL Systems první komerční produkt

Packard). A current ( $I$ ) of  $100 \mu\text{a}$  rms (root-mean-square) was used. The current was adjusted to  $100 \mu\text{a}$  for each deter-

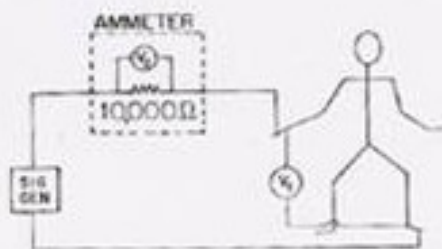


FIG. 1. Experimental arrangement showing patient test setup in schematic form.  $V_1$  = vacuum tube voltmeter, Hewlett-Packard model 427A.  $V_2$  = vacuum tube voltmeter, Hewlett-Packard model 400D. Sig Gen = wide-range oscillator, Hewlett-Packard model 200CD.



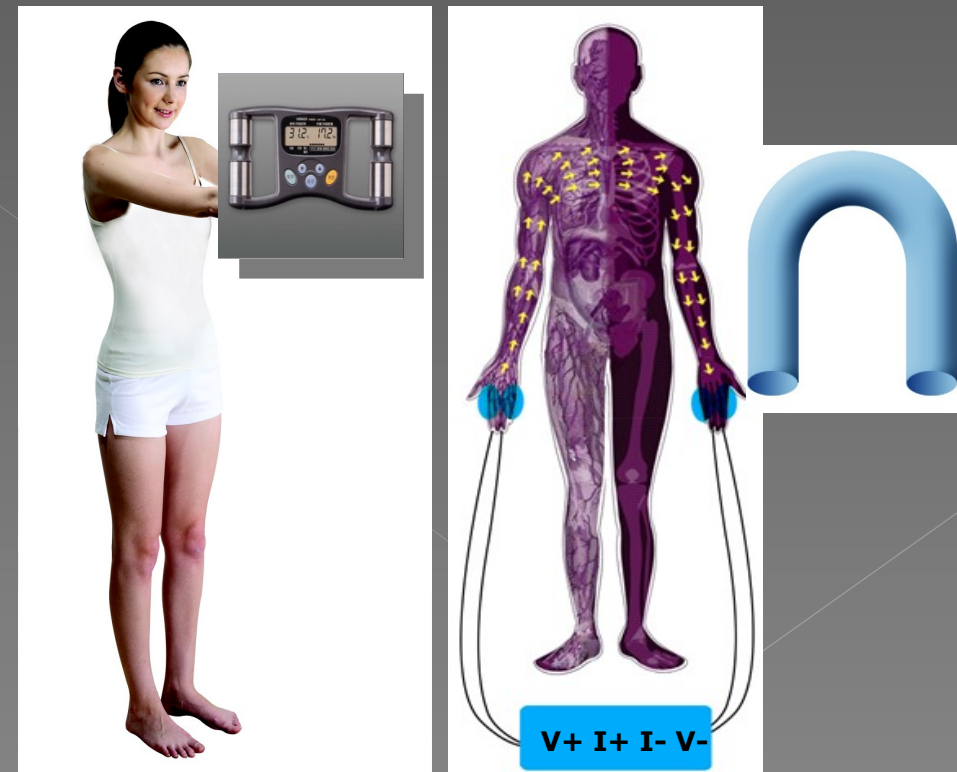
**Ref. Vzájemný vztah impedance celého těla s objemem celkové telesné vody.** EARL C. HOFFER, CLIFTON K. MEADOR, AND DAVID C. SIMPSON, *Journal of Applied Physiology*, Vol.27, No. 4, October, 1969.

# Přístroje měřící pomocí technologie BIA

- **1990, TANITA**



- **1990, OMRON**

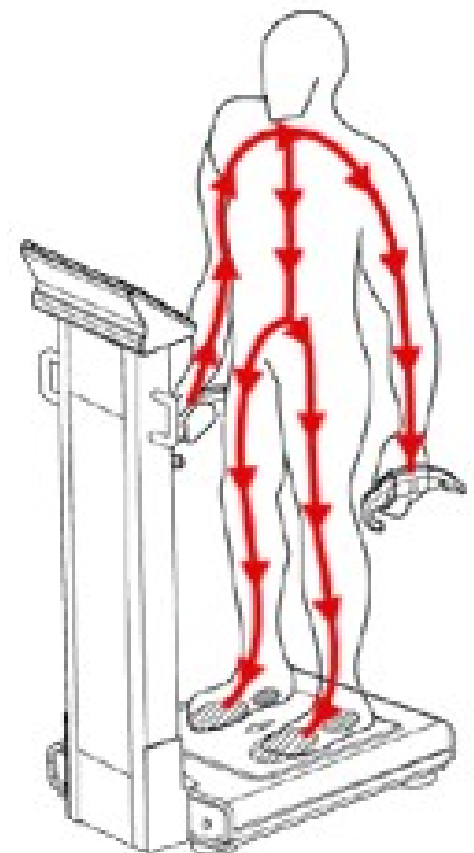


# profesionální analyzáry

## TANITA

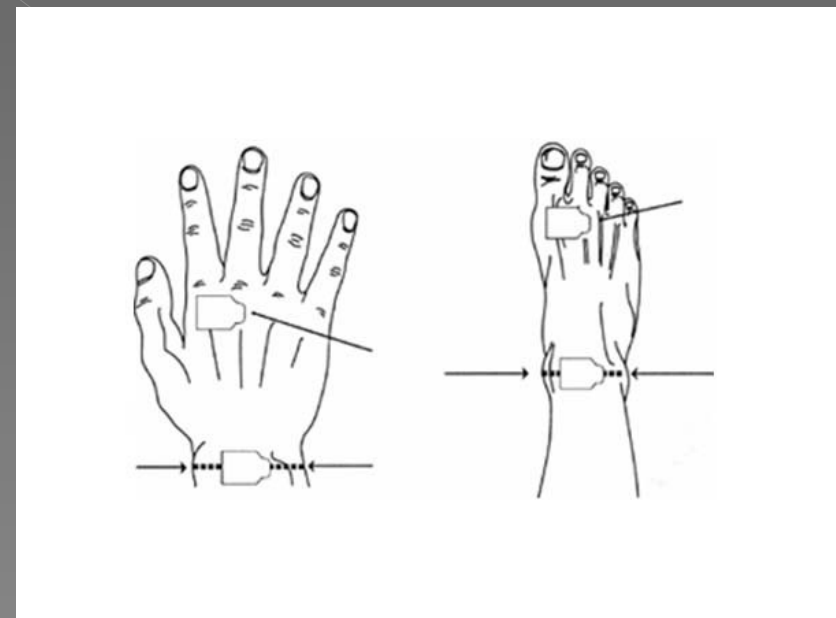
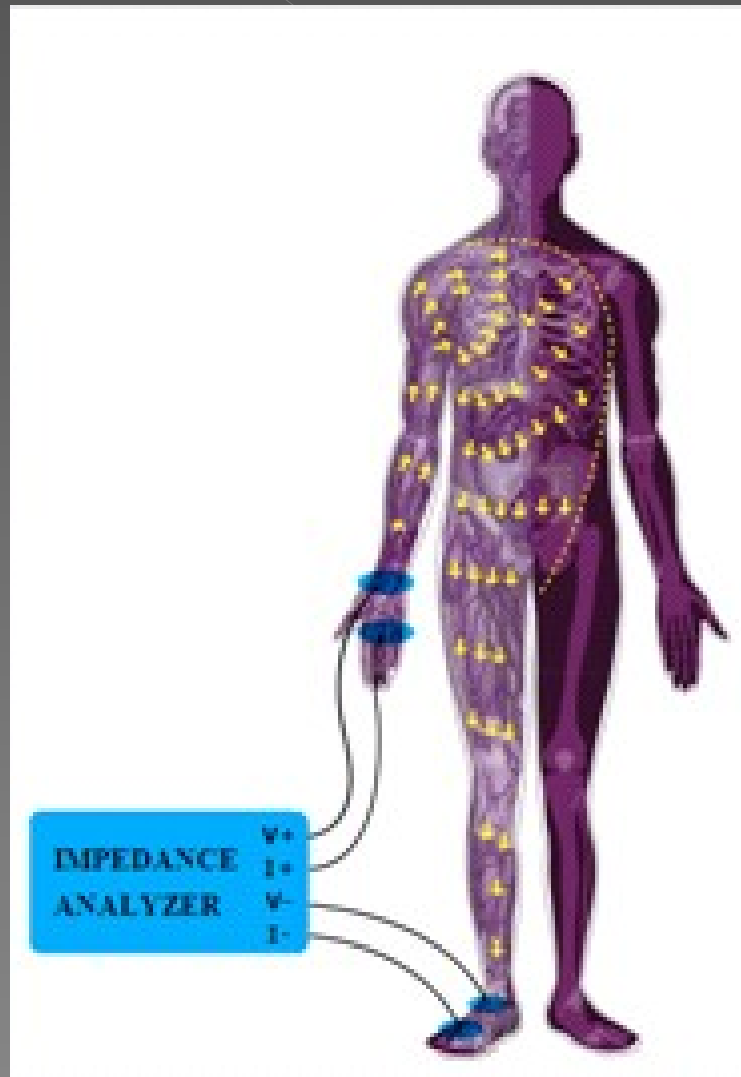


## JAWON

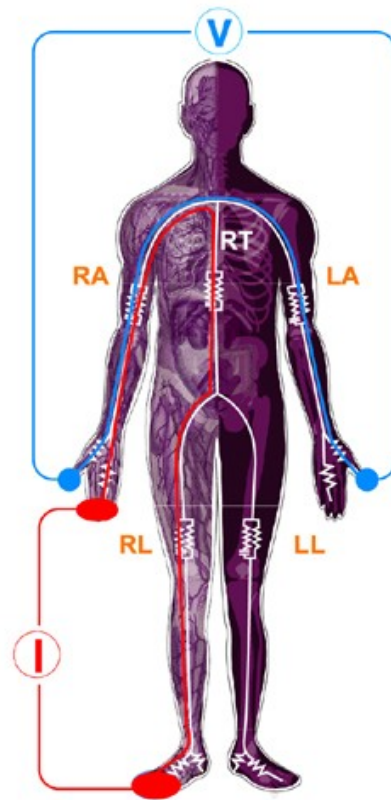
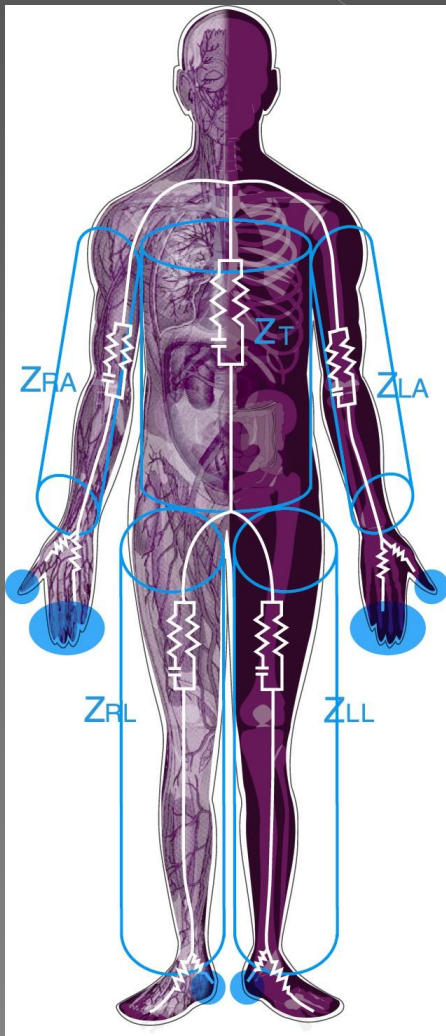




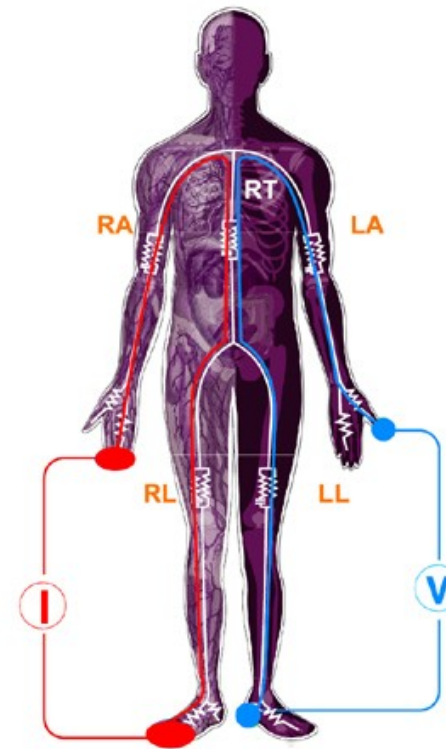
# BODYSTAT



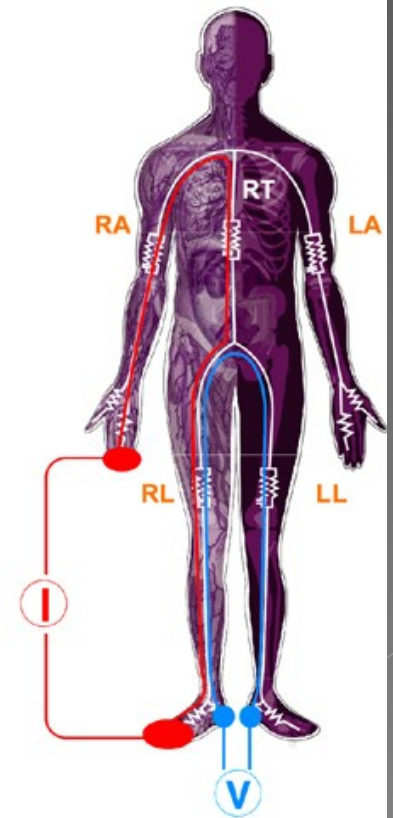
# InBody



**Right Arm**



**Trunk**



**Right Leg**

## □ Více dotykový systém měření (8 elektrod)



# Ukázka dvou měření stejné osoby při změně věku na přístroji InBody230

Jméno testování jako chlapec  
(CHLAPEC10)

Věk 10,0Roky

Výška 178,0cm

Pohlaví Muž

Datum 2010/04/19

Čas 17:19:48

## Tělesná kompozice

	Pod	Normální	Nad	Jednotka: %	Normální rozmezí
<b>Hmotnost</b>	55 70 85 100 115 130 145 160 175	57,8 kg			59,8 ~ 80,9
<b>SMM</b> Množství kosterního svalstva	70 80 90 100 110 120 130 140 150	26,0 kg			30,2 ~ 36,9
<b>Množství tuku v těle</b>	60 80 100 160 220 280 340 400	10,3 kg			8,4 ~ 16,9

Jméno měření jako starší muž (MUZ80)

Věk 80,0Roky

Výška 178,0cm

Pohlaví Muž

Datum 2010/04/19

Čas 17:24:12

35,0 kg  
(39,6 ~ 48,4)

**Čistá hmotnost těla**  
Čistá hmotnost bez tuku

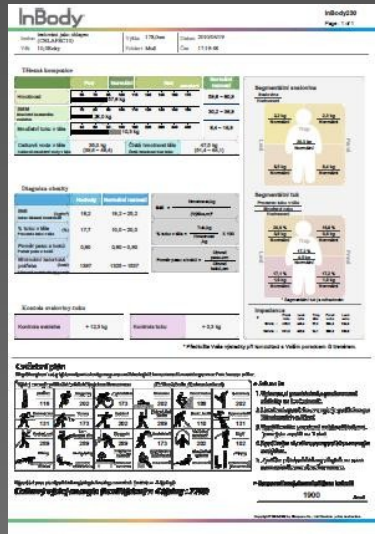
47,5 kg  
(51,4 ~ 64,1)

## Tělesná kompozice

	Pod	Normální	Nad	Jednotka: %	Normální rozmezí
<b>Hmotnost</b>	55 70 85 100 115 130 145 160 175	57,8 kg			59,2 ~ 80,2
<b>SMM</b> Množství kosterního svalstva	70 80 90 100 110 120 130 140 150	26,0 kg			29,9 ~ 36,5
<b>Množství tuku v těle</b>	40 60 80 100 160 220 280 340 400	10,3 kg			8,4 ~ 16,7
<b>Celková voda v těle</b> Celkové množství vody v těle	35,0 kg (39,2 ~ 47,9)	<b>Čistá hmotnost těla</b> Čistá hmotnost bez tuku		47,5 kg (50,9 ~ 63,4)	



# Ukázka dvou měření stejné osoby při změně pohlaví na přístroji InBody230



Jméno	testování jako chlapec (CHLAPEC10)	Výška	178,0cm	Datum	2010/04/19
Věk	10,0Roky	Pohlaví	Muž	Čas	17:19:48

Tělesná kompozice	Pod	Normální	Nad	Normální rozmezí
	Jednotka: %			
Hmotnost	55 70 85 100 115 130 145 160 175			59,8 ~ 80,9
SMM Množství kosterního svalstva	70 80 90 100 110 120 130 140 150			30,2 ~ 36,9
Množství tuku v těle	40 60 80 100 160 220 280 340 400			8,4 ~ 16,9
	35,0 kg (29,6 ~ 48,4)			47,5 kg (51,4 ~ 64,1)
	Čistá hmotnost těla Čistá hmotnost bez tuku			

Jméno	test jako dívka 10let (DIVKA10)	Výška	178,0cm	Datum	2010/04/19
Věk	10,0Roky	Pohlaví	Žena	Čas	17:21:08

Tělesná kompozice	Pod	Normální	Nad	Normální rozmezí
	Jednotka: %			
Hmotnost	55 70 85 100 115 130 145 160 175			59,8 ~ 80,9
SMM Množství kosterního svalstva	70 80 90 100 110 120 130 140 150			27,2 ~ 33,2
Množství tuku v těle	40 60 80 100 160 220 280 340 400			12,9 ~ 25,9
Celková voda v těle Celkové množství vody v těle	35,0 kg (35,9 ~ 43,8)			47,5 kg (46,9 ~ 55,0)
	Čistá hmotnost těla Čistá hmotnost bez tuku			

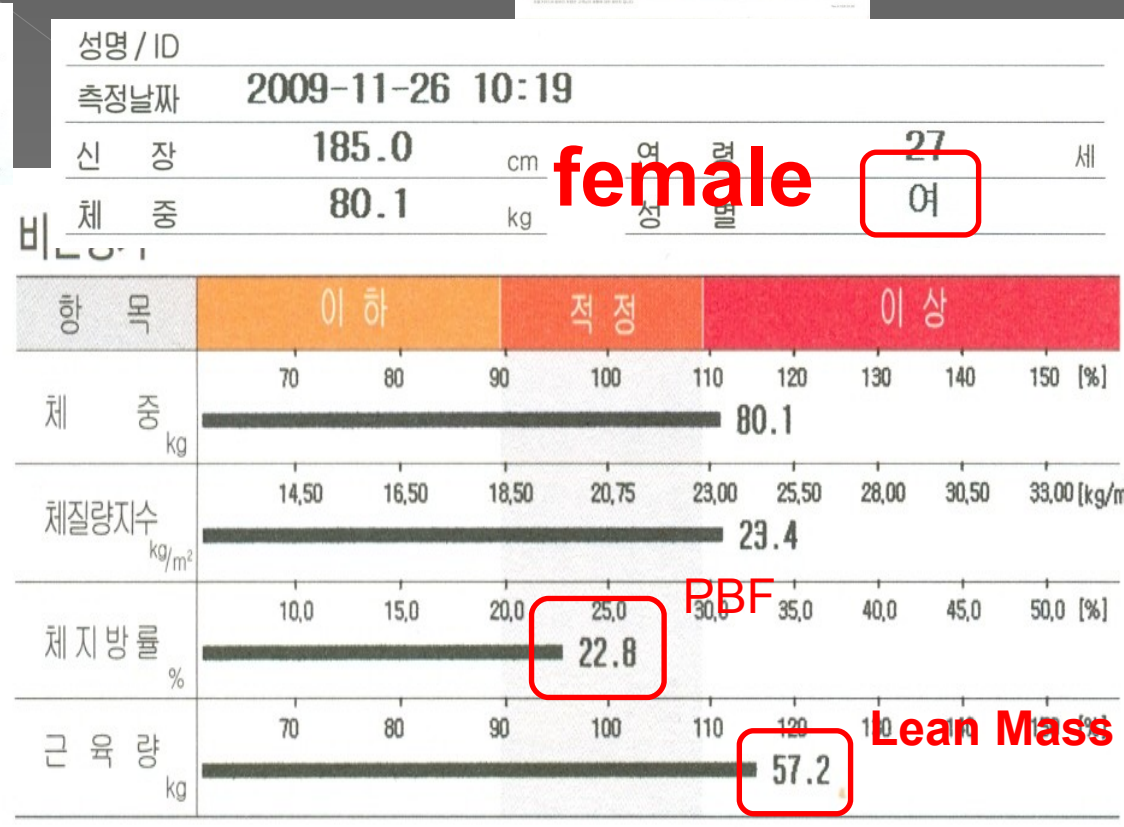
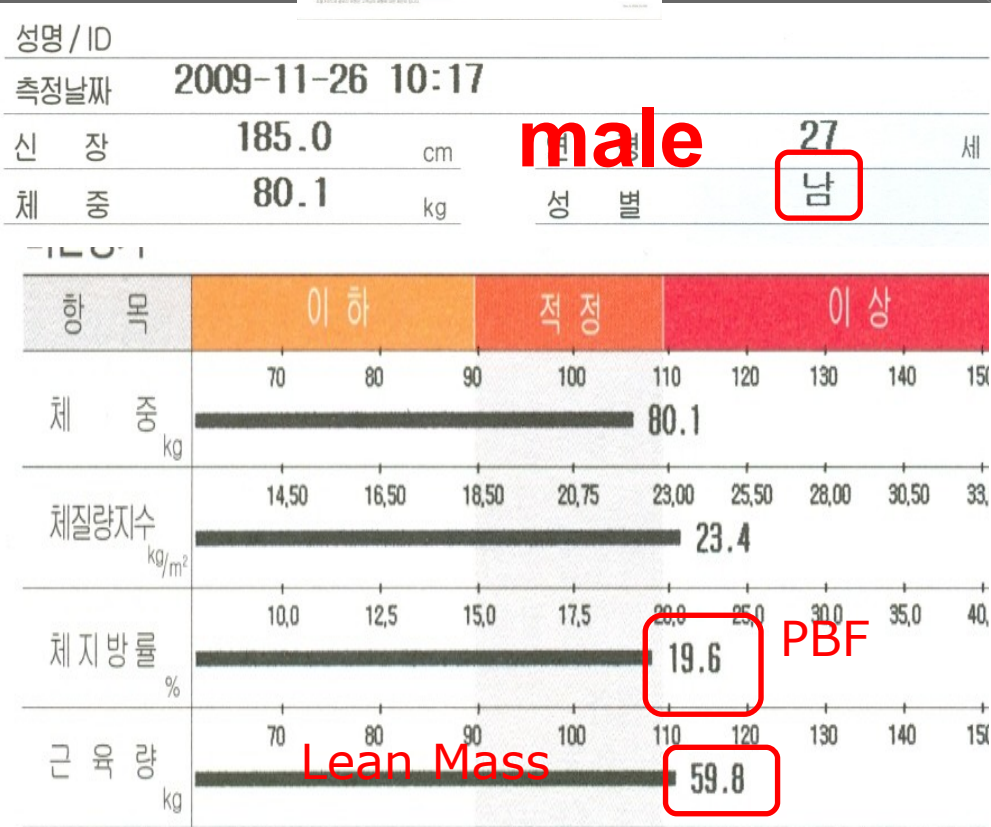
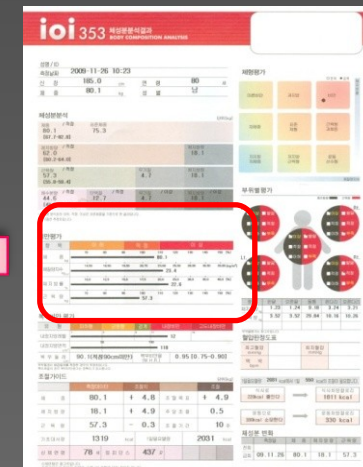
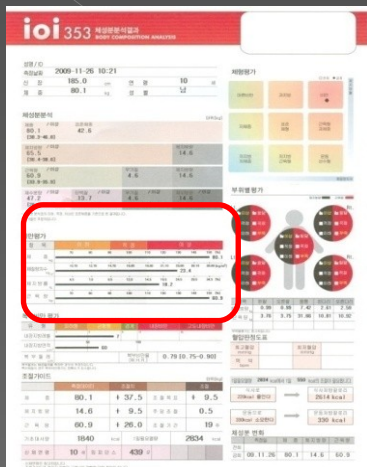
# Ukázka dvou měření stejné osoby při změně věku na přístroji JAWON



성명/ID				
측정날짜	2009-11-26 10:21			
신장	185.0	cm	연령	10
체중	80.1	kg	성별	남
항목	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <span>이하</span> <span>적정</span> <span>이상</span> </div>			
체중	70 80 90 100 110 120 130 140 150 [%]			
체질량지수	10,70 12,70 14,70 16,65 18,60 21,10 23,60 26,10 28,60 [kg/m <sup>2</sup> ]			
체지방률	4,5 7,0 9,5 12,0 14,5 19,5 24,5 PBF 34,5 [%]			
근육량	70 80 90 Lean Mass 100 110 120 130 140 150 [%]			

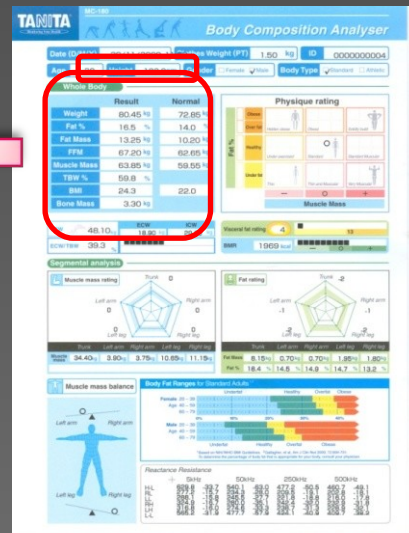
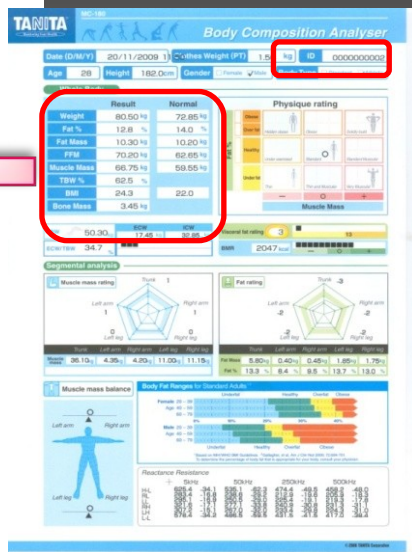
성명/ID				
측정날짜	2009-11-26 10:23			
신장	185.0	cm	연령	80
체중	80.1	kg	성별	남
항목	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <span>이하</span> <span>적정</span> <span>이상</span> </div>			
체중	70 80 90 100 110 120 130 140 150 [%]			
체질량지수	14,50 16,50 18,50 20,75 23,00 25,50 28,00 30,50 33,00 [kg/m <sup>2</sup> ]			
체지방률	10,0 12,5 15,0 17,5 20,0 25,0 PBF 35,0 40,0 [%]			
근육량	70 80 90 Lean Mass 100 110 120 130 140 150 [%]			

# Ukázka dvou měření stejné osoby při změně pohlaví na přístroji JAWON



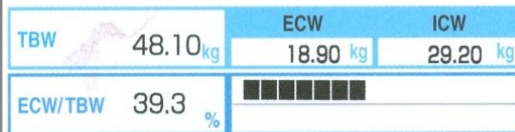
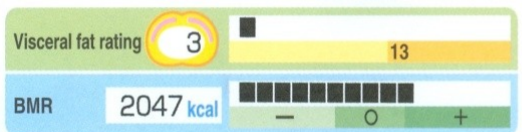
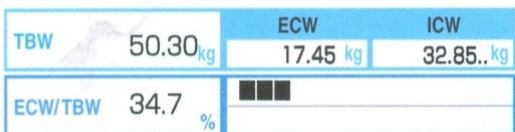
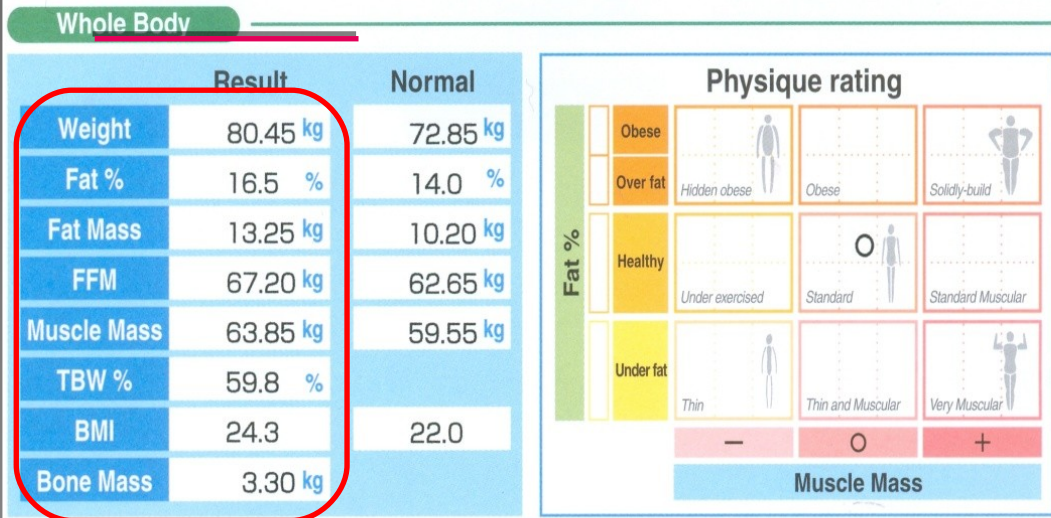
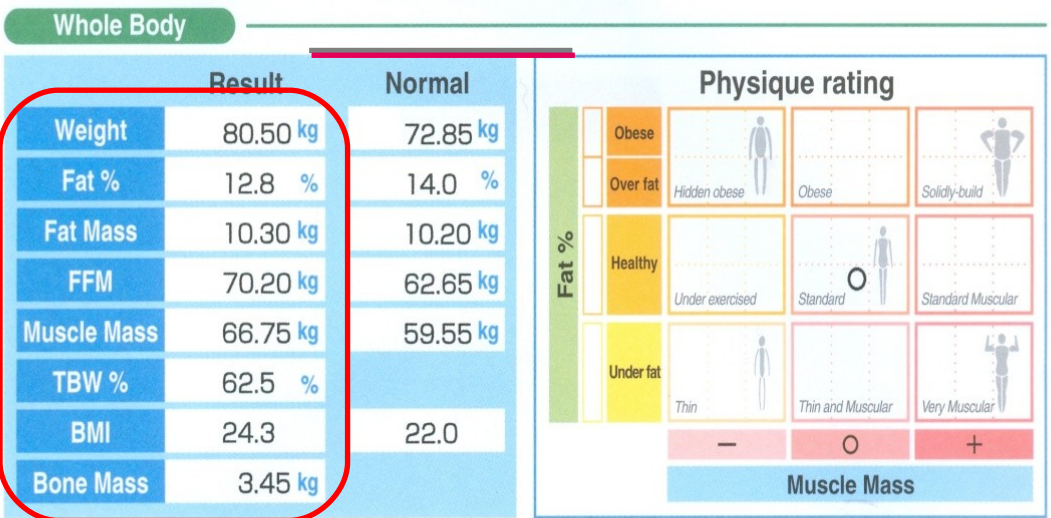
# Ukázka dvou měření stejné osoby při změně typu

postavy na přístroji  
TANITA MC180  
je ovlivněno  
statistickými údaji



Age 28 Height 182.0cm Gender  Female  Male Body Type  Standard  Athletic

Age 28 Height 182.0cm Gender  Female  Male Body Type  Standard  Athletic





# Srovnání měření na BS a InBody

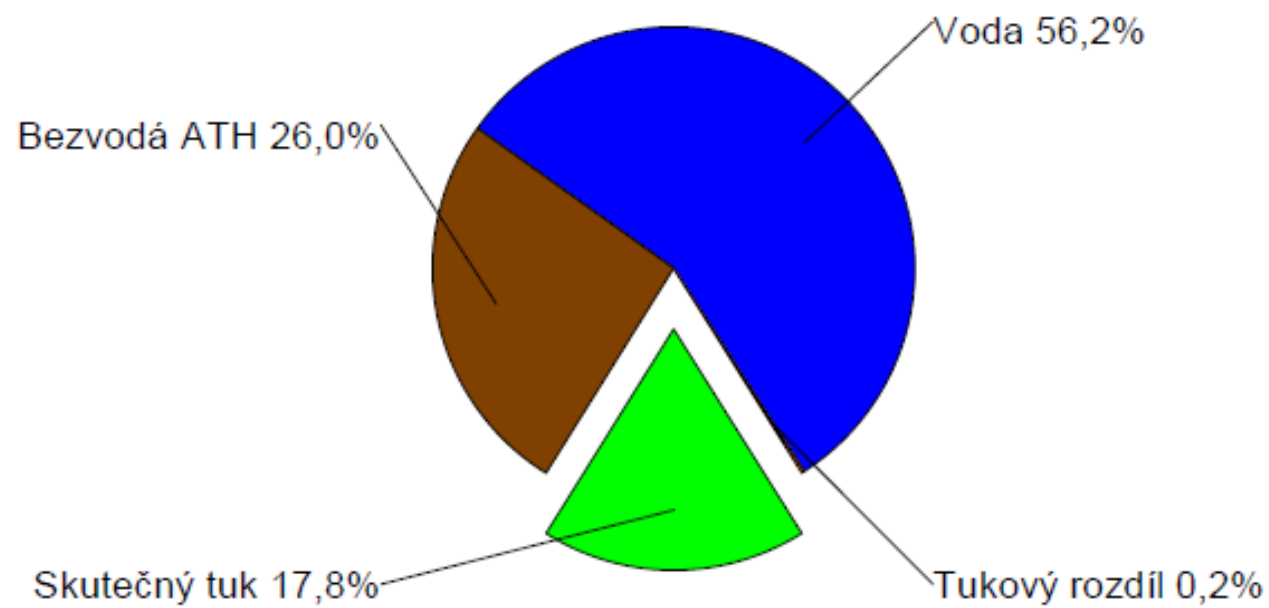
	Naměřeno	Meze "normy"	Naměřeno %	Meze "normy"
Celková hmotnost (Složení/skladba)	74,0 kg	69 kg až 74 kg		
Tělesný tuk	13,2 kg	9 kg až 13 kg	17,8%	12% až 18%
Aktivní tělesná hmota (ATH)	60,8 kg	59 kg až 63 kg	82,2%	82% až 88%
Tělesná voda	41,6 l	41 l až 48 lts	56,2%	55% až 65%
Bezvodá ATH	19,2 kg			

Bazální metabolismus 7841 kJ/den (106,0 kJ/kg)

Hodnota bazálního metabolismu je dána výpočtem energie potřebné v klidovém stavu organismu.

Výpočet celkové metabolické potřeby 11761 kJ/den

Vypočtené množství energie, které vaše tělo denně potřebuje při zvoleném stupni aktivity.



## Analýza složení těla

	Hodnoty	Hmotnost bez tuku	Čistá hmotnost	Hmotnost těla	Normální rozmezí
Voda (l) Celková voda v těle	42,2	54,5	57,6	74,1	37,9 ~ 46,3
Proteiny (kg)	11,6				10,2 ~ 12,4
Mínérály (kg)	3,79	Nekosterní Kosterní 3,14	3,50 ~ 4,28		
Hmotnost tuku v těle (kg)	16,5			8,1 ~ 16,2	

► Přesný odhad minérálů

## Analýza svalů a tuků

	Pod	Normální	Přes	Normální rozmezí
Hmotnost těla (kg)	55 70 85 100 115 130 145 160 175 190 205	74,1		57,3 ~ 77,5
Svaly (kg) Množství kosterního svalstva	70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170	33,1		28,8 ~ 35,2
Hmotnost tuku v těle (kg)	40 60 80 100 150 220 280 340 400 460 520	16,5		8,1 ~ 16,2

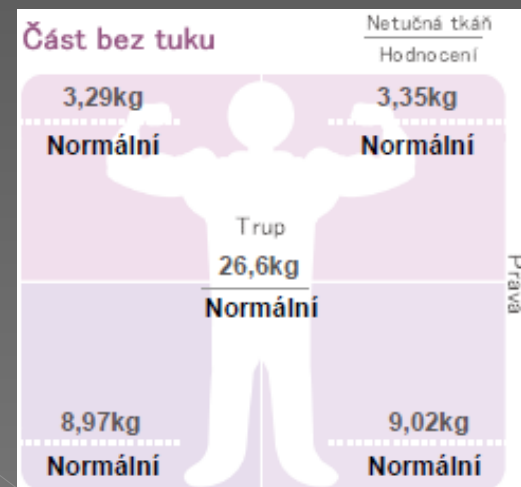
## Diagnóza obezity

	Pod	Normální	Přes	Normální rozmezí
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) Index tělesné hmotnosti	10 15 18,5 22 25 30 35 40 45 50 55	24,2		18,5 ~ 25,0
% tuku (%) Procento tuku v těle	0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50	22,2		10,0 ~ 20,0
WHR Bpíšní obezita	0,70 0,75 0,80 0,85 0,90 0,95 1,00 1,05 1,10 1,15 1,20	0,91		0,80 ~ 0,90

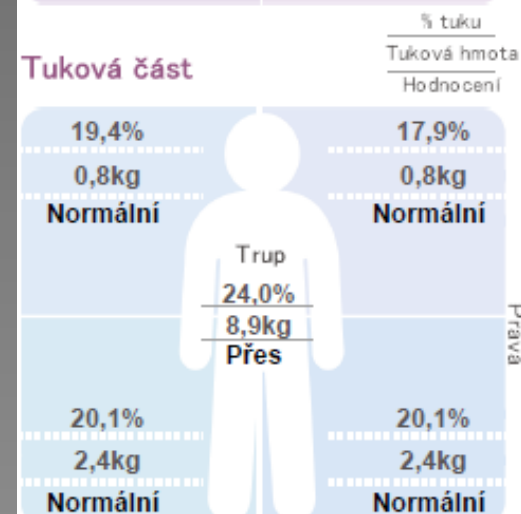
## Kontrola Váhy

Kontrola Váhy	-6,3 kg
Kontrola Tuku	-6,3 kg
Kontrola Svalů	0,0 kg

## Část bez tuku



## Tuková část



## Nutriční zhodnocení

Proteiny  Normální  Nedostatečný

Mínerály  Normální  Nedostatečný

Tuky  Normální  Nedostatečný  
 Nadměrný

## Kontrola Váhy

Hmotnost těla  Normální  Pod  
 Přes

Svaly  Normální  Pod  
 Silný

Tuky  Normální  Pod  
 Přes

## Diagnóza obezity

B M I  Normální  Pod  
 Přes  
 Extrémně nad

% tuku  Normální  Přes  
 Extrémně nad

W H R  Normální  Přes  
 Extrémně nad

Zhodnocení kondice

74 Points

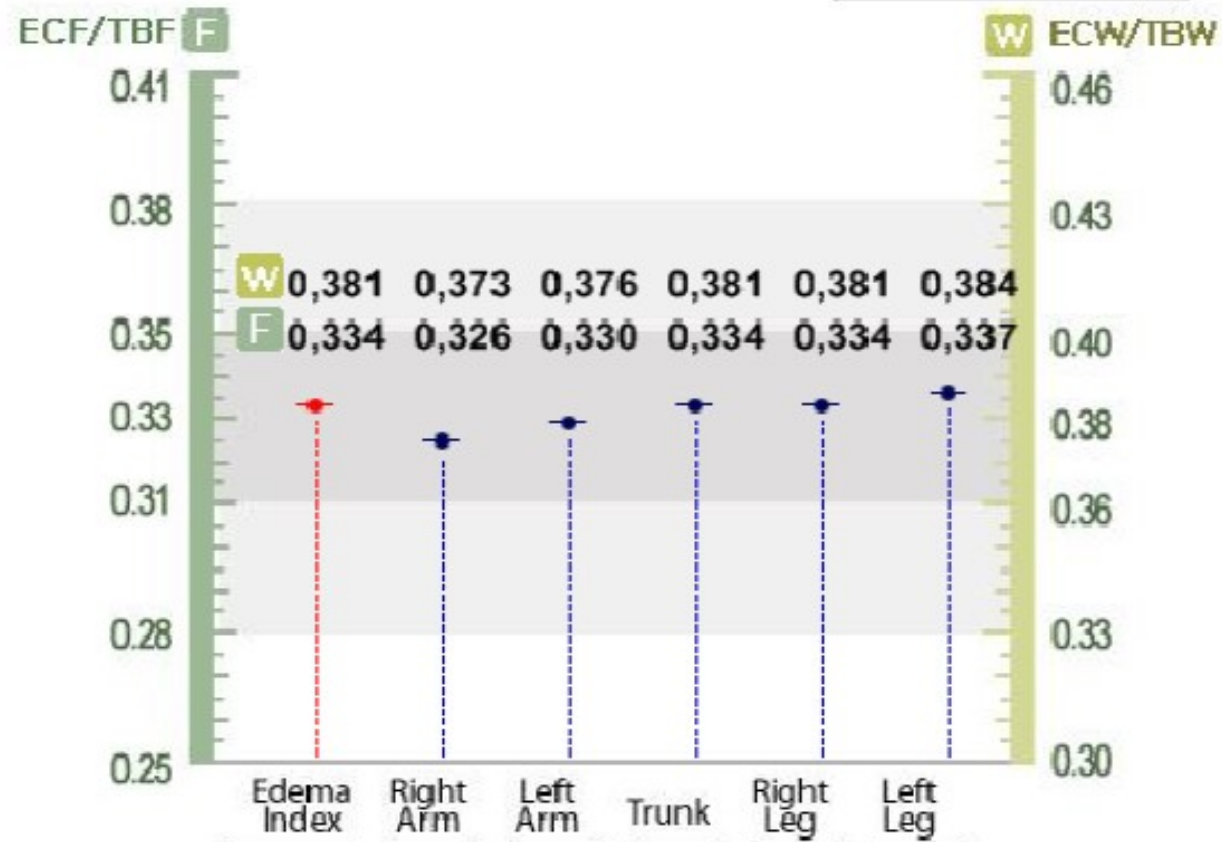
Bazální metabolický výdej

1615 kcal  
(1594 ~ 1866)

## Impedance

Z	RA	LA	TR	RL	LL
5kHz	351,2	353,5	31,7	328,0	331,7
50kHz	292,0	298,2	26,2	271,0	273,8
250kHz	254,9	263,7	23,4	236,3	239,0

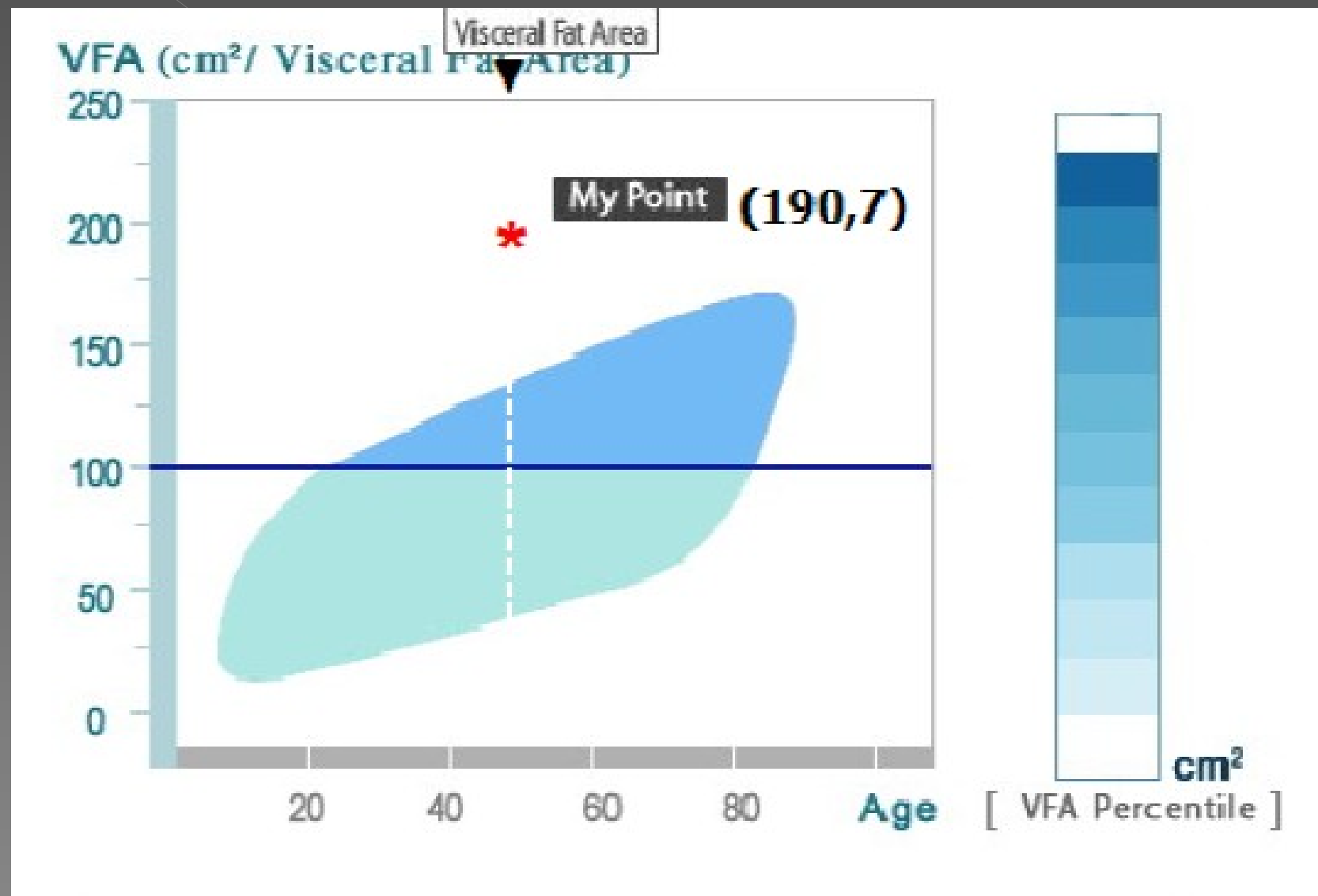
# Edém index



**Edema Index**  
**"Normal"**

Right Arm	: Normal	Right Leg	: Normal
Left Arm	: Normal	Left Leg	: Normal
Trunk	: Normal		

# Viscerální tuk



Děkuji za pozornost😊