

# Analiza odstupanja u mjerenjima tjelesne mase starom kućnom vagom u usporedbi sa kupljenom novom kućnom vagom

---

Baćani, Mirta

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Medicine Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Medicinski fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:152:030861>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-11**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Medicine Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**MEDICINSKI FAKULTET OSIJEK**

**PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ MEDICINSKO**

**LABORATORIJSKA DIJAGNOSTIKA**

**Mirta Baćani**

**ANALIZA ODSTUPANJA U MJERENJIMA**

**TJELESNE MASE STAROM KUĆNOM**

**VAGOM U USPOREDBI SA KUPLJENOM**

**NOVOM KUĆNOM VAGOM**

**Završni rad**

**Osijek, 2020.**



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**MEDICINSKI FAKULTET OSIJEK**

**PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ MEDICINSKO**

**LABORATORIJSKA DIJAGNOSTIKA**

**Mirta Baćani**

**ANALIZA ODSUPANJA U MJERENJIMA**

**TJELESNE MASE STAROM KUĆNOM**

**VAGOM U USPREDBI SA KUPLJENOM**

**NOVOM KUĆNOM VAGOM**

**Završni rad**

**Osijek, 2020.**

Rad je ostvaren na Medicinskom fakultetu Osijek, Katedra za medicinsku statistiku i medicinsku informatiku.

Mentor: doc.dr.sc. Krešimir Šolić, dipl. ing. el.

Rad ima: 20 listova, 3 tablice i 7 slika.

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Tjelesna masa i tjelesna težina .....	1
1.2. Vrste sredstava za mjerenje mase .....	1
1.3. Pravilno očitavanje rezultata mjerenja mase na mehaničkoj vagi.....	3
1.4. Statistički testovi za usporedbu dvaju metoda .....	3
2. CILJEVI.....	5
3. MATERIJAL I METODE: .....	6
3.1. Ustroj studije .....	6
3.2. Materijal .....	6
3.3. Metode .....	6
3.4. Statističke metode.....	8
4. REZULTATI.....	9
5. RASPRAVA .....	15
6. ZAKLJUČAK .....	18
7. SAŽETAK .....	19
8. SUMMARY .....	20
9. LITERATURA:.....	21
10. ŽIVOTOPIS .....	23

## 1. UVOD

### 1.1. Tjelesna masa i tjelesna težina

Masa je svojstvo tijela i tvari. U fizici je masa: „Osnovno fizikalno svojstvo svih tijela, veličina koja karakterizira količinu tvari u tijelu, jedna od osnovnih veličina Međunarodnoga sustava jedinica.“ (1). Mjerna jedinica je kilogram (kg) i njome mjerimo tromost tijela. Vaga je uređaj za mjerenje mase. U svakodnevnom životu često se koristi naziv tjelesna težina umjesto tjelesna masa što je netočno: „ *Riječ težina označava veličinu koja ima obilježje sile; težina tijela je umnožak mase tijela i ubrzanja (akceleracije) sile teže.* “ (3). Sila teža je također umnožak mase tijela i ubrzanja sile teže ( $g=9,81$ ) te kada tijelo miruje, težina je jednaka sili teži, a razlika je u hvatištu (2). Hvatište je točka fizikalnog tijela u kojoj djeluje sila. Hvatište sile teže je u težištu tijela, a hvatište težine je na podlozi na kojoj se tijelo nalazi. Kod čovjeka koji miruje težište je abdomen, a kada se kreće, težište se mijenja pa je često težište izvan tijela (2).

### 1.2. Vrste sredstava za mjerenje mase

Postoje različite vrste i tipovi kućnih vagi. Mjerno područje im je uglavnom do 130 kg, 150 kg ili 180 kg. Neke vage osim tjelesne mase mjere i postotak masnog tkiva, BMI ili AMR. BMI je skraćenica od engl. Body Mass Indeks i služi za procjenu pretilosti. Formula za izračun je masa u kilogramima podijeljena sa visinom u metru kvadratnom. Normalna vrijednost je između 18,5 i 24,9 (4). AMR je skraćenica od engl. Active metabolic rate i mjeri potrošene kalorije u jednom danu. Prema principu rada razlikujemo nekoliko vrsta vagi. Ravnotežne vage s utezima mjere masu i danas služe za vaganje beba u nekim bolnicama. Rade na principu dvije tave: u jednu se stavljaju utezi poznate mase, a u drugu predmet koji se želi izvagati te se utezi dodaju sve dok se ne postigne točka ravnoteže (5). Moderne ravnotežne vage koriste mehanizam obnove sile tako što stvaraju silu za uravnoteženje sile na koju djeluje nepoznata masa (6). Opružne vage prikazuju masu mjerenjem otklona, tj. sile kada se opruge deformiraju teretom i sila koja je potrebna za deformiranje opruga se pretvara u masu (6). Vrste su kuka, opruga i viseća vaga i sve tri rade na principu Hookeovog

zakona koji opisuje ovisnost promjene oblika čvrstog tijela o djelovanju vanjske sile (7). Prema jednadžbi, količina sile koja se primjenjuje na oprugu je proporcionalna umnošku konstante tvrdoće određene opruge i udaljenosti koju je opruga prešla pa rezultat ponekad može biti prikazan u Newtonima (6). Kuhinjska vaga važe tako da se predmet koji se želi izvagati stavi na vrh pokretne platforme koja gura oprugu prema dolje i rasteže ju te okreće pokazivač oko brojčanika i rezultat se očita kada pokazivač stane na određenom broju. Mehanizam je savršeno linearan jer se opruga ispruži dvostruko kada se na vagu stavi dvostruko veća masa, a stalak se pomiče dva puta dalje dok zupčanik i pokazivač okreću kotačić dvostruko više (5). One vage s velikim opterećenjem se koriste kao kuke dizalice. Gornji kraj opruge je pričvršćen na kućište, a predmet se stavi na donji kraj opruge. Zupčanik je pričvršćen za pokazivač koji se okreće u kućištu i pričvršćen je za nazubljeni stalak. Stalak je povezan sa donjom stranom opruge na koju se stavlja teret. Kada se teret stavi, opruge se rastežu i zupčanik se rotira te se pokazivač pomiče (8). Glavna razlika ova dva načina je ta što se kod kuke dizalice predmet stavlja na donji dio opruge gdje se nalazi kuka, a kod kuhinjske vage predmet se stavlja gore na platformu. Elektroničke vage su danas najčešće korištene za mjerenje tjelesne mase. Kada osoba stane na platformu ta masa pritišće tzv. piezoelektrični senzor. Taj senzor koristi kristale za pretvorbu mehaničke energije u električnu i obrnuto. Naime, električni potencijal se javlja kada pritisnemo kristal, npr. kvarc koji je s jedne strane pozitivnog naboja, a s druge negativnog naboja i kada ga povežemo u strujni krug kroz njega teče struja. Kristal služi kao baterija, a osim kristala koristi se i metal. Inače su atomi kristala u ravnoteži i neutralni, no kada ih pritisne masa atomi koji su pravilno poredani se izbacuju iz ravnoteže te se pojavljuje pozitivan i negativan naboj (9). Što jače pritišćemo više struje se stvara i elektronički sklop ga pretvara u masu u kg ili bilo kojoj drugoj jedinici (5). Kada se predmet makne s vage, senzor se vraća u prvobitan oblik i postaje neutralan. Piezoelektrični senzor naziva se i ćelija opterećenja i ona određuje kapacitet uređaja, tj. maksimalnu masu koju instrument može izmjeriti da se ne ošteti (6). Kao detektori se koriste električni vodiči u tankom film premazu. Naponski mjerači bilježe promjenu električnog otpora koji se pretvara u digitalni signal na ekranu.



### 1.3. Pravilno očitavanje rezultata mjerenja mase na mehaničkoj vagi

Vaga treba biti na ravnoj podlozi i treba kazaljku postaviti na nulu. Skala može biti podijeljena tako da se može očitati rezultat na dva ili na tri decimalna mjesta. Dakle, broj oznaka pokazuje koliko precizna vaga može biti, a što ih je više, mjerenja su preciznija (10). Razliku između dva broja podijelimo s brojem praznih mjesta i dobijemo vrijednost praznih prostora. Primjerice, između broja 2 i 3 je razmak od jednog broja i 10 praznih mjesta i stoga se podijeli  $1/10$  i dobije se da je razmak između manjih oznaka 0,1. Mjerenja ovim uređajem mogu biti precizna na dva decimalna mjesta s tim da je zadnja decimala procijenjena (10).

### 1.4. Statistički testovi za usporedbu dvaju metoda

Standardni statistički testovi nisu prikladni za analizu usporedbe mjerenja istih podataka, jer oni služe za ispitivanje razlike između dva seta podataka mjerenih na različitim uzorcima (11). Primjerice, Studentov T test za nezavisna mjerenja ne može se upotrijebiti za usporedbu dvije metode jer test prikazuje 2 seta podataka na istim biološkim uzorcima, dok se T test za zavisna mjerenja može koristiti za grubu usporedbu setova podataka (11). Pearsonov test korelacije se često koristi, ali se ne može dobiti pravilan zaključak, jer ne može definirati radi li se o proporcionalnoj ili konstantnoj razlici između te dvije metode, osim toga zahtijeva normalnu distribuciju izmjerenih podataka (11). Ova tri testa nisu pogodna za pravilnu usporedbu dvije metode mjerenja stoga nastaju nove statističke metode koje omogućuju pravilno uspoređivanje metoda. Jedna od njih je Passing Bablok metoda koja se koristi za provjeru podudarnosti dvaju analitičkih metoda i prisustvo sustavne razlike u mjerenju među njima (11). Metoda se temelji na robusnom neparametrijskom modelu. Zahtjevi Passing Bablok regresije su kontinuirano distribuirana mjerenja, mora pokrivati širok raspon mjerenja i mora postojati linearna povezanost između dvije metode, no nije potrebna normalnost distribucije (11). Rezultat se sastoji od više dijelova i svaki ima svoju ulogu u interpretaciji podataka. Prvi je dijagram raspršenja koji ima regresijsku liniju i ona prikazuje izmjerene podatke i poklapaju li se regresijska linija i linija identiteta. Regresijska

jednadžba pravca glasi:  $y=a+bx$ . Oznaka  $a$  prikazuje odsječak na osi  $y$  i prikazuje konstantnu razliku metoda, a oznaka  $b$  je koeficijent smjera pravca i prikazuje proporcionalnu razliku metoda. Odsječak na osi  $y$  i koeficijent smjera pravca su određeni 95% intervalom pouzdanosti. Interval pouzdanosti služi za procjenu točnosti rezultata. Ako nema nule u 95% CI od vrijednosti  $a$  (odsječak na osi  $y$ ), zaključuje se da postoji značajna razlika u izmjenjenim vrijednostima te se zaključuje da je odsječak na osi  $y$  različit od 0 i da se metode razlikuju, tj. da postoji konstantna pogreška. U slučaju da postoji vrijednost 0 u 95% CI od vrijednosti odsječka na osi  $y$ , zaključuje se da je vrijednost  $a=0$  i da nema značajne razlike te da se metode ne razlikuju. Što se tiče 95% CI od vrijednosti  $b$  (nagib pravca), ako ne sadržava jedinicu znači da se metode razlikuju za neku vrijednost i da postoji i proporcionalna razlika. Ako 95% CI od vrijednosti nagiba pravca sadrži 1 znači da se metode ne razlikuju u dobivenoj vrijednosti nagiba i vrijednosti 1 te da nema proporcionalne razlike između te dvije metode (11). Postoji i rezidualni graf koji prikazuje preciznost raspona mjerenja i nelinearnost. Linearna povezanost dva seta mjerenja je važna za dobivanje statistički nepristranih rezultata (11). Kumulativni test linearnosti zbroja (cusum linearity test) prikazuje kako su rezidualne vrijednosti nasumično raspoređene iznad i ispod regresijske linije. Ako je  $P$  vrijednost manja od 0,05 znači da je značajna razlika u linearnosti dvaju metoda (11).

## 2. CILJEVI

Cilj ovog istraživanja je usporediti odstupanje mjerenja tjelesne mase na dvije mehaničke vage, prvo na staroj osobnoj vagi Classe, a potom na novoj kupljenoj osobnoj vagi Koracell KC-659.

### 3. MATERIJAL I METODE

#### 3.1. Ustroj studije

Istraživanje je provedeno kao presječna studija.

#### 3.2. Materijal

Istraživanje je provedeno na 4 ispitanika čija se tjelesna masa mjerila s različitim dodacima na njihovu vlastitu masu kao što su vreća brašna, kutija praška za rublje, karton mineralne, kutija s alatom i sl. Napravljeno je ukupno 58 parova mjerenja na dvije mehaničke vage jer je minimalno 50 mjerenja potrebno za Passing Bablok statističku metodu. Ispitanici su ukućani jer zbog epidemiološke situacije s COVID-19 nije preporučljivo tražiti veliki broj sudionika niti previše kontakta s drugim ljudima zbog širenja virusa.

#### 3.3. Metode

Tjelesna masa je izmjerena uzastopno na dvije mehaničke kućne vage. Vage su smještene na istoj podlozi koja je potpuno ravna (Slika 1 i 2). Mjerenja su izvršena u sličnom razdoblju, jedno za drugim, prvo na staroj vagi marke Classe (Slika 1), a potom i na novoj tek kupljenoj vagi marke Koracell KC-659, proizvođač Koracell d.o.o. Svetice 40, Zagreb. (Slika 2). Najprije je bila izmjerena moja vlastita masa deset puta za redom, prvo na vagi Classe, a potom i na novoj vagi Koracell KC-659, kako bi se moglo procijeniti odstupanje u mjerenjima za pojedinu vagu. Nakon toga su izvršena mjerenja tjelesne mase ispitanika na obje vage. Zatim se svaki ispitanik izvažao sa dodatnim masama prvo na staroj pa na novoj vagi, primjerice s vrećom brašna na vagi Classe, a potom i na vagi Koracell KC-659 te su bili bilježeni rezultati nakon svakog mjerenja. Nakon toga se dodatna masa zamijeni drugom, primjerice kutijom praška za pranje odjeće i opet se važe na obje vage s tom masom. Mjerenja su ponovljena s različitim dodatnim masama sve dok se nije

### 3. MATERIJAL I METODE

zadovoljio minimalan broj potreban za usporedbu metoda. Važno je napomenuti da su vage stajale na istom mjestu i nasumično su zamjenjivane da bi mjerenja bila što preciznija.



Slika 1. Mehanička vaga Classe



Slika 2. Mehanička vaga Koracell KC-659

#### 3.4. Statističke metode

Numerički podaci su prikazani aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom ili medijanom i interkvartilnim rasponom ovisno o normalnosti distribucije. Kod procjene točnosti distribucija je normalna, a kod mjerenja za usporedbu metoda nije. Dakle, distribucija nije normalna i mjerenja su zavisna i stoga je korišten neparametrijski Wilcoxonov test rankova. Za usporedbu mjerenja korištena je Passing Bablok regresijska metoda, a za dodatnu kontrolu i Spearmanov test korelacije. Rezultati su prikazani tablično i grafički. Za analizu je korišten MedCalc statistički program (inačica 19.1.7., MedCalc Software, bvba, Ostend, Belgija). Statistička značajnost je postavljena na 0,05, a sve P vrijednosti su dvostrane.

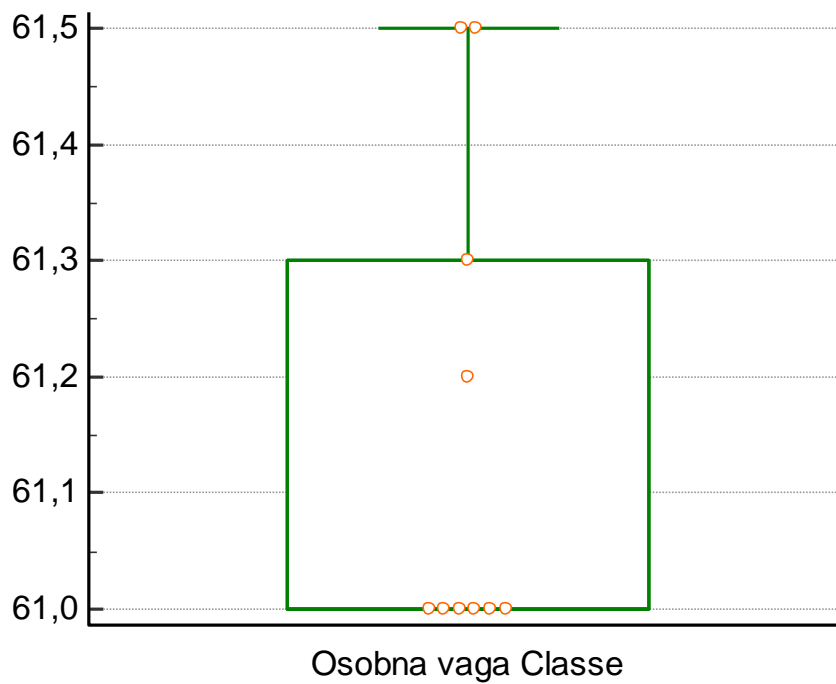
#### 4. REZULTATI

U svrhu izrade ovog rada napravljeno je ukupno 58 parova mjerenja potrebnih za usporedbu metoda i 10 parova mjerenja vlastite tjelesne mase za procjenu preciznosti stare i nove mehaničke vage.

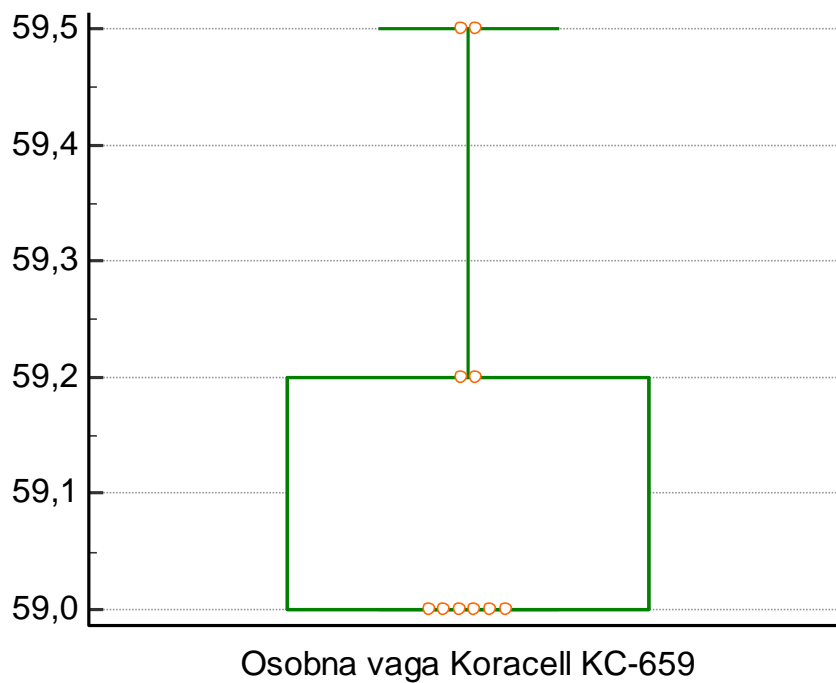
Prikazana je preciznost osobne mehaničke vage Classe i osobne mehaničke vage Koracell KC-659 u tablici (Tablica 1) i na slikama (Slika 3 i 4). Mjerenja su zavisna i distribucija je normalna jer je  $P > 0,05$ , dok je varijabilnost relativno mala. Vaga Classe pokazuje 2 kilograma više od vage Koracell KC-659.

Tablica 1. Procjena preciznosti vage Classe i Koracell KC-659

<b>Varijabla</b>	<b>Vaga Classe</b>	<b>Vaga Koracell KC-659</b>
Veličina uzorka	10	10
Najmanja vrijednost	61,0	59,0
Najveća vrijednost	61,5	59,5
Aritmetička sredina	61,15	59,14
Medijan	61,0	59,0
Varijanca	0,05	0,04
Standardna devijacija	0,21	0,20
P vrijednost	0,3	0,2



Slika 3. Distribucija deset ponovljenih mjerenja na osobnoj vagi Classe



Slika 4. Distribucija deset ponovljenih mjerenja na osobnoj vagi Koracell KC-659

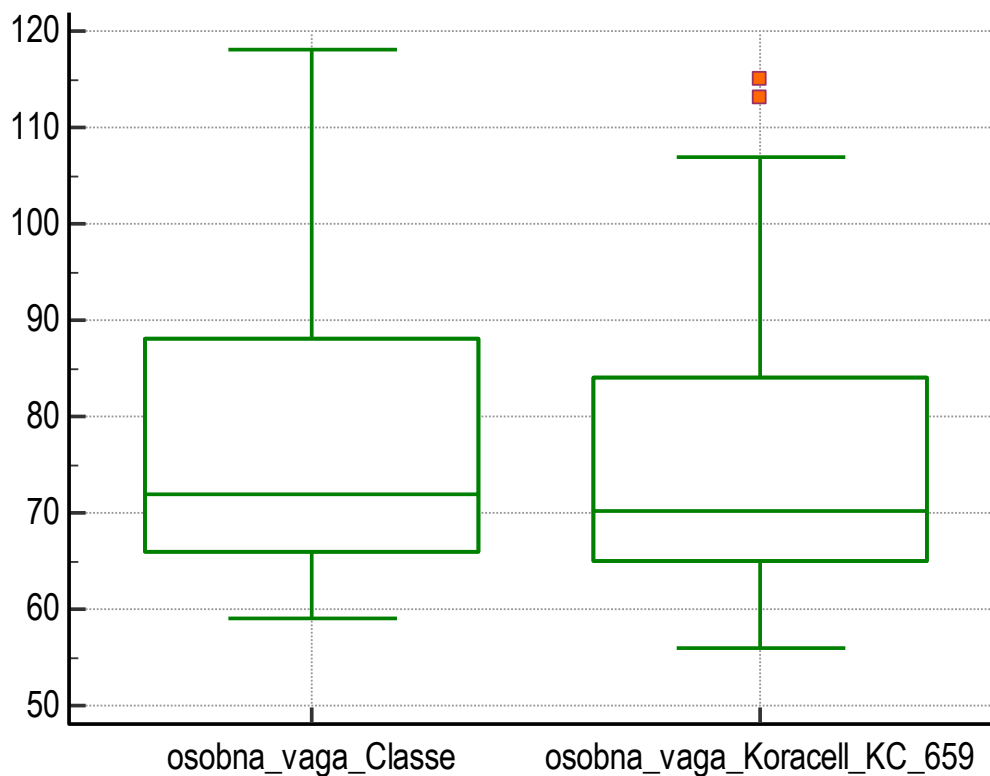


Sljedeći je prikazan Wilcoxonov test rankova u tablici (Tablica 2.) i na slici (Slika 5.) Test je neparametrijski i koristi se za zavisna mjerenja. Postoji jedna pozitivna razlika i 55 negativnih razlika, uz  $P < 0,001$  koja pokazuje značajnu razliku u mjerenjima.

Tablica 2. Usporedba prosječnih vrijednosti na pojedinoj vagi

	<b>Osobna vaga Classe</b>	<b>Osobna vaga Koracell KC-659</b>
Veličina uzorka	58	58
Najniža vrijednost	59,0	56,0
Najviša vrijednost	118,0	115,0
Medijan	72,0	70,3
P vrijednost	<0,001	

\*Wilcoxonov test rankova



Slika 5. Distribucija izmjerenih vrijednosti na pojedinoj vagi

Passing Bablok regresijske metode prikazani su u tablici (Tablica 3.) i na slikama (Slika 6. i 7.)

Tablica 3. Rezultati dobiveni Passing Bablok regresijskom analizom

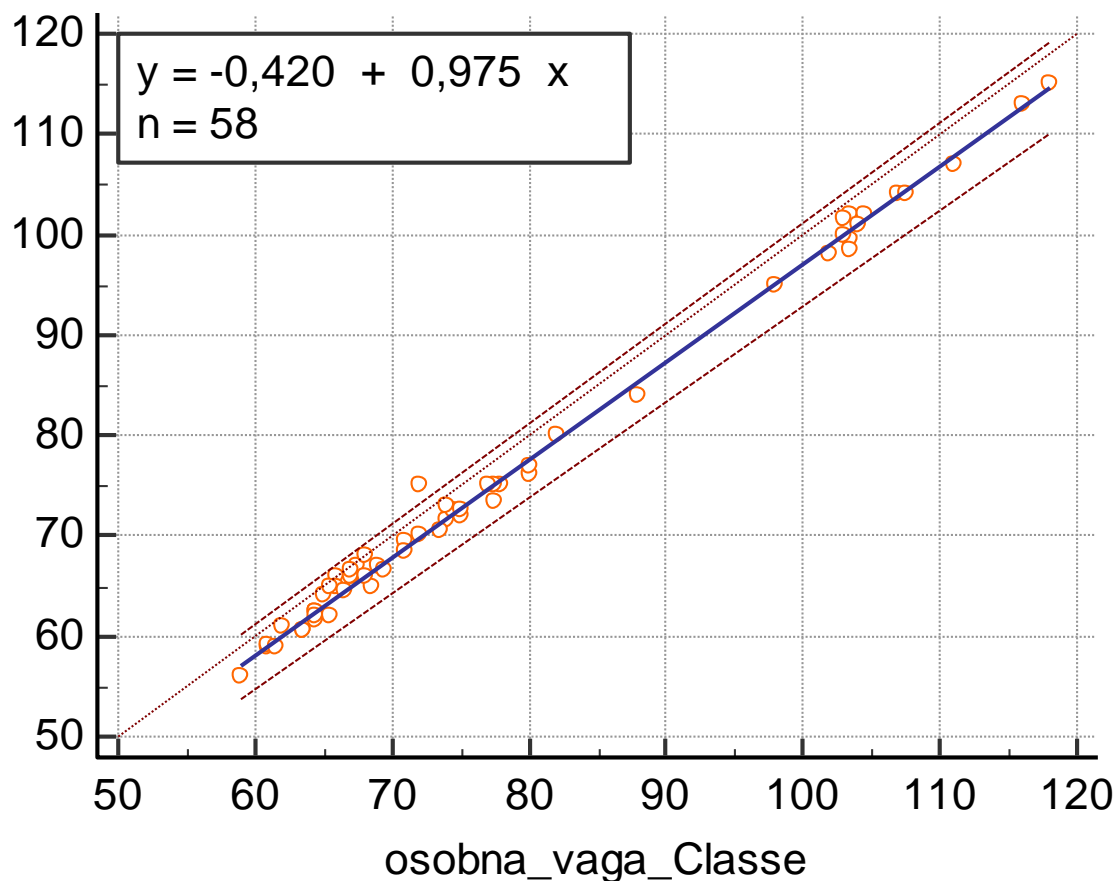
Uspoređene vage	<b>Koracell KC-659/ Classe</b>
Koeficijent smjera	0,98
Odsječak na y	-0,42
P*	0,20

\*Cusum test linearnosti

Cusum test linearnosti ( $P > 0,05$ ) pokazuje da nema značajnog odstupanja od linearnosti, odnosno zadovoljen je uvjet korištenja Passing Bablok metode.

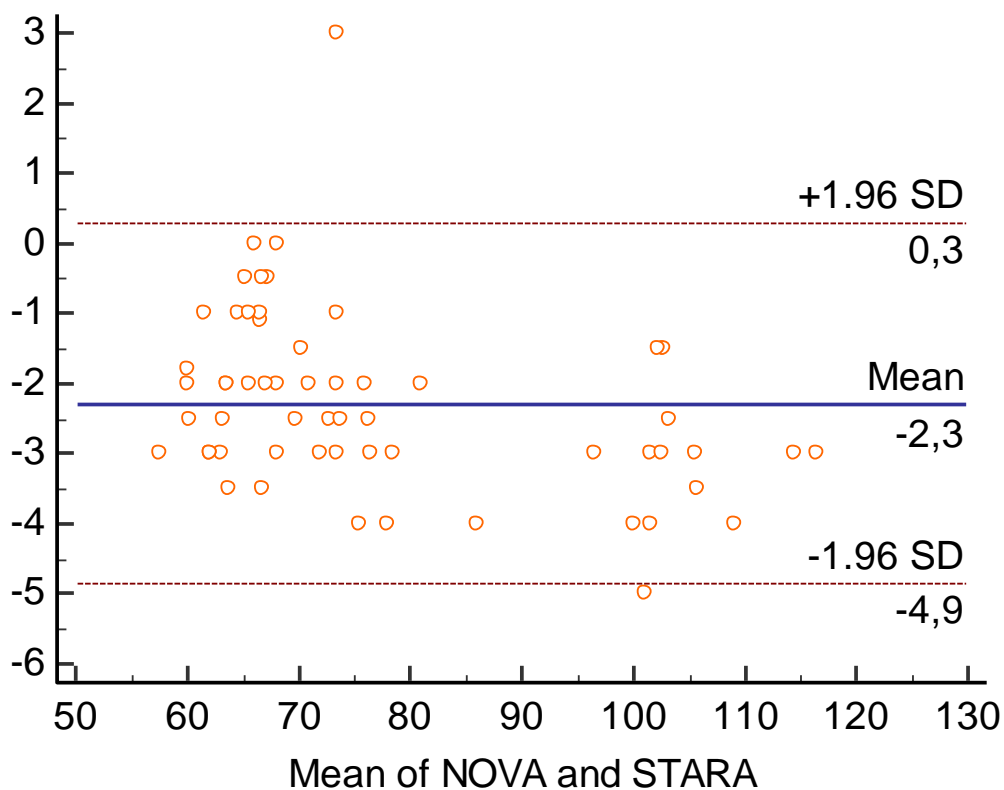
Korelacija je visoka i metode su značajno povezane što pokazuje Spearmanov test korelacije,  $Rho = 0,99$  [ 95% interval pouzdanosti: 0,98 do 0,99];  $P < 0,001$ .

Iz regresijskog pravca vidi se da vrijednost odsječka nije različita od nule i da ne postoji značajna razlika u ove dvije metode. Vrijednost nagiba pravca ne sadrži jedinicu što znači da postoji i proporcionalna razlika u mjerenjima. Točka 0,98 je nagib pravca koji je blizu idealnoj vrijednosti 1. Koeficijent pravca se razlikuje od idealnog koeficijenta.



Slika 6. Grafički prikaz rezultata Passing Bablok regresijske analize

Bland-Altman analiza je prikazana na grafu (Slika 7.), plava linija predstavlja srednju vrijednost odstupanja između 2 mjerenja, a crvene linije prikazuju granice prihvatljivosti tj. raspon od  $\pm 1,96$  standardne devijacije (SD). Na osi x su srednje vrijednosti mjerenja vagom Classe i vagom Koracell KC-659, a na y osi razlike između 2 mjerenja tjelesne mase sa vagom Classe i vagom Koracell KC-659.



Slika 7. Grafički prikaz rezultata Bland-Altman analize

## 5. RASPRAVA

Postoji više vrsta kućnih vagi, a osim po njihovoj cijeni razlikuju se i po preciznosti. Ljudi se uglavnom i odluče za kupnju nove kućne vage jer smatraju da će nova vaga biti točnija i da će pokazivati preciznije rezultate od one stare koja je već neko vrijeme u uporabi. U ovom istraživanju se pomoću statističke Passing Bablok metode nastojalo utvrditi koja je razlika u mjerenju tjelesne mase sa starom vagom marke Classe i novom, tek kupljenom i prvi puta korištenom vagom marke Koracell KC-659.

Za početak ovog istraživanja bilo je važno ispitati preciznost stare mehaničke vage marke Classe i nove mehaničke vage Koracell KC-659. Prije samog vaganja bilo je važno staviti vagu na ravnu podlogu i namjestiti ju na nulu. Prvo je bila izmjerena moja vlastita tjelesna masa deset puta za redom na staroj osobnoj vagi Classe. Najmanja vrijednost je bila 61 kg, a najveća 61,5 kg. Također je dobiveno da je P vrijednost veća od 0,05 što znači da je distribucija normalna. Također je varijabilnost relativno mala te proizlazi da je vaga precizna. Potom je na isto mjesto postavljena nova kupljena vaga Koracell KC-659 i također je podešena da pokazuje vrijednost nulu. Izmjerena je moja vlastita tjelesna masa deset puta za redom i na novoj vagi i dobivena je najmanja vrijednost 59 kg, a najveća 59,5 kg. Iz dobivenih rezultata proizlazi da je distribucija također normalna i da je vaga precizna, no ova vaga u prosjeku pokazuje dva kilograma manje. Vrijednosti su iznenađujuće jer je moje subjektivno mišljenje bilo da je nova vaga preciznija od stare te da pokazuje manje kilograma, no ovo istraživanje pokazuje da stara vaga zbilja pokazuje više.

Nakon toga se uspoređivalo 58 uzastopnih mjerenja na obje vage s dodatnim masama. Dakle, prvo je napravljeno 58 mjerenja na vagi Classe, a potom i na vagi Koracell KC-659 i ta su se mjerenja uspoređivala Wilcoxonovim testom kojim je utvrđeno da postoji značajna razlika u mjerenju vagom Classe i vagom Koracell KC-659. Suma rangova pozitivnih razlika i suma rangova negativnih razlika nije približno jednaka i odbacuje se nulta hipoteza da su mjerenja jednaka, tj. da je isto mjeriti tjelesnu masu s vagom Classe i vagom Koracell KC-659. Razlika je značajna jer je vrijednost manja od 0,05. Rezultati nisu isti jer vaga Classe i u ovom slučaju pokazuje dva kilograma više kada se ista masa mjeri na obje vage. Potom se provjeravala podudarnost dvaju metoda mjerenja i prisustvo sustavne razlike među njima. Za to je korištena Passing Bablok metoda. Iz odsječka na osi y se vidi da ne postoji značajna razlika u mjerenju između vage Classe

i Koracell KC-659 i korištenju tih dvaju metoda. Iz nagiba pravca se vidi da postoji proporcionalna razlika u mjerenjima tj. to pokazuje da se metode razlikuju za neku vrijednost što je u ovom slučaju dva kilograma. Također P vrijednost je veća od 0,05 što znači da metode prate određenu linearnost tj. da su vage u linearnom odnosu. Spearmanov test pokazuje da su metode značajno povezane jer je korelacija visoka. Da bi se nadopunila Passing Bablok metoda usporedbe korištena je i Bland-Altman analiza iz koje se vidi da su metode u granici podudarnosti od  $\pm 1,96$  SD. Također, postoji statistički značajna razlika u izmjerenim vrijednostima na novoj vagi Koracell KC-659 u odnosu na staru vagu Classe.

Mjerenja na svakoj vagi pojedinačno su veoma usklađena što je bilo za očekivati jer se testiraju mnogo puta prije no što se počnu prodavati na tržištu. Što se tiče vage Classe i vage Koracell KC-659 one nisu dobro usklađene jer je poprilično velika razlika u rezultatima mjerenja. Kod mehaničke vage je problem to što nisu dovoljno precizne kao digitalne i rezultat mjerenja se uglavnom zaokružuje na jednu decimalu jer je teško procijeniti rezultat na dvije decimale. Digitalna vaga je jednostavnija što se tiče očitavanja rezultata jer se rezultat jednostavno pojavi na ekranu zaokružen na više decimala. Očitavanje rezultata na mehaničkoj vagi ovisi o tome na kojem mjestu stoji osoba dok očitava rezultat. Pravilno je stajati nasuprot i gledati točno sredinu jer ako osoba stoji malo više lijevo ili desno može netočno očitati vrijednost koju prikazuje pokazivač. U ovom istraživanju jedna se osoba vagala, a druga je stajala nasuprot i očitavala rezultate i to također nije utjecalo na očitavanje rezultata. Također je važno da rezultat svakog mjerenja očitava ista osoba na isti način. Važan je i način na koji se drže dodatne težine jer se masa mijenja ovisno o tome drže li se ispred sebe ili u svakoj ruci i da su ruke spuštene uz tijelo. U ovom istraživanju svi ispitanici su držali težine ispred sebe kada su se vagali na obje vage tako da to nije utjecalo na preciznost rezultata. U ovom istraživanju je utvrđeno da su obje vage precizne i da se mogu koristiti u vaganju. Također, obje vage su jeftinije pa ovo istraživanje ne daje nikakve podatke o tome utječe li cijena proizvoda na preciznost mjerenja.

Smatram da je potrebno napraviti još istraživanja na ovu temu jer se iz ovog istraživanja ne može dobiti odgovor na pitanje koja je vaga točnija i koja pokazuje točniju masu. U ovom istraživanju se utvrdilo prosječno odstupanje u mjerenju između stare vage Classee i nove Koracell KC-659 koje iznosi dva kilograma. Dakle, stara kućna vaga uistinu pokazuje veću tjelesnu masu od one nove tek kupljene vage te ostaje otvoreno pitanje koji je rezultat mjerenja bliži stvarnoj

tjelesnoj masi ispitanika. Točnost mjernog uređaja se vrši umjeravanjem ili usporedbom sa mjernim uređajem za koji znamo stupanj točnosti, no to nije bio zadatak ovog završnog rada.

## 6. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog istraživanja i dobivenih rezultata mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. Vaga Classe i vaga Koracell KC-659 su prilično precizne jer je varijabilnost veoma mala kod obje vage;
2. Za usporedbu metoda zadovoljen je uvjet linearnosti i rezultati Passing Bablok metode se mogu interpretirati;
3. Osobna mehanička vaga Classe pokazuje 2 kilograma više od mehaničke vage Koracell KC-659;
4. Spearmanovim testom korelacije je utvrđen visok stupanj korelacije između mjerenja što pokazuje da su metode značajno povezane;

Iz ukupnih rezultata ovog istraživanja možemo zaključiti da su vage pojedinačno precizne ali nisu dobro usklađene, odnosno njihova mjerenja međusobno odstupaju. Rezultati analize izmjerenih podataka ne daju odgovor pokazuje li stara vaga Classe ili nova prvi puta korištena vaga Koracell KC-659 stvarnu tjelesnu masu ispitanika.



## 7. SAŽETAK

**CILJEVI ISTRAŽIVANJA:** Cilj ovog istraživanja je bio usporediti odstupanje mjerenja tjelesne mase na dvije mehaničke vage, prvo na staroj osobnoj vagi Classe, a potom na novoj kupljenoj osobnoj vagi Koracell KC-659.

**USTROJ STUDIJE:** Istraživanje je provedeno kao presječna studija.

**MATERIJAL I METODE:** Ispitanici su bili ukućani zbog epidemiološke situacije. Napravljeno je ukupno 58 parova mjerenja s dodatnim masama na dvije mehaničke vage. Mjerenja su međusobno uspoređena Passing Bablok regresijom te Spearmanovim testom korelacije. Mjerenja su napravljena uzastopno u sličnom vremenskom razdoblju na obje vage koje su stajale na istom mjestu u prostoriji.

**REZULTATI:** Analizom dobivenih vrijednosti dobiveno je da stara mehanička vaga Classe u prosjeku pokazuje dva kilograma više od nove mehaničke vage Koracell KC-659. Nema značajnog odstupanja u linearnosti i metode su značajno povezane. Postoji značajna razlika u mjerenju između vage Classe i Koracell KC-659, odnosno postoji proporcionalna razlika koja iznosi dva kilograma.

**ZAKLJUČAK:** Postoji značajno odstupanje u mjerenjima između dvije vage koje iznosi dva kilograma. Iako su one precizne, nisu međusobno usklađene.

**KLJUČNE RIJEČI:** mehanička vaga; tjelesna masa; Passing Bablok; Spearmanov test korelacije;

## 8. SUMMARY

### **ANALYSIS OF DISCREPANCIES IN BODY WEIGHT MEASUREMENTS WITH OLD HOME SCALES COMPARED TO PURCHASED NEW HOME SCALES**

**OBJECTIVES:** The objective of this study was to compare body weight measurements on two mechanical scales, first on an old Classe personal scale and then on a newly purchased Koracell KC-659 personal scale.

**STUDY DESIGN:** The study was conducted as a cross-sectional study.

**MATERIALS AND METHODS:** The test subjects were household members because of the epidemiological situation. A total of 58 pairs of measurements with additional weights were made on two mechanical scales. The measurements are juxtaposed with Passing-Bablok regression and Spearman's test of correlation. Measurements were made consecutively over a similar period of time on both scales standing in the same place in the room.

**RESULTS:** Analysis of the obtained values showed that the old mechanical moisture Classe on average shows two kilograms more than the new mechanical scale Koracell KC-659. There is significant deviation in linearity and the methods are significantly related. There is no significant difference in measurement between the Classe and Koracell KC-659 scales, but there is a proportional difference of two kilograms.

**CONCLUSION:** There is a significant deviation in the measurements between the two scales of two kilograms. Although they are precise, they are not mutually consistent.

**KEYWORDS:** mechanical scale; body mass; Passing-Bablok; Spearman correlation test;

**9. LITERATURA:**

1. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2020.  
Dostupno na adresi: <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=39248>. Datum pristupa: 3.09.2020.
2. Brković N, Pećina P. Fizika u 24 lekcije. 4.izd. Zagreb: Element d.o.o.; 2014.
3. Lopac V. Težina i sila teža – teškoće sa značenjima i definicijama. Metodčki ogledi. 2012; 2:147-164.
4. Dr. Ananya Mandal. What is Body Mass Index (BMI)? Dostupno na adresi: [https://www.news-medical.net/health/What-is-Body-Mass-Index-\(BMI\).aspx](https://www.news-medical.net/health/What-is-Body-Mass-Index-(BMI).aspx). Datum pristupa: 04.08.2020.
5. Woodford Chris. Weights and Balances. Dostupno na adresi: [https://www.explainthatstuff.com/weights\\_and\\_balances.html](https://www.explainthatstuff.com/weights_and_balances.html). Datum pristupa: 04.08.2020.
6. Adam Equipment Inc, Fox Hollow Road. How do Balances and Scales Work? Dostupno na adresi: <https://www.adamequipment.com/aeblog/how-do-balances-and-scales-work>. Datum pristupa: 04.08.2020.
7. Hookeov zakon. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2020. Dostupno na adresi: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=26102>. Datum pristupa: 04.08.2020.
8. The Editors of Encyclopaedia Britannica. Spring balance measurement instrument. Dostupno na adresi: <https://www.britannica.com/technology/spring-balance>. Datum pristupa: 04.08.2020.
9. Woodford Chris. Piezoelectricity. Dostupno na adresi: <https://www.explainthatstuff.com/piezoelectricity.html>. Datum pristupa: 04.08.2020.
10. Study.com. How to Interpret Scale Readings in Measurement? Dostupno na adresi: <https://study.com/academy/lesson/how-to-interpret-scale-readings-in-measurement.html>. Datum pristupa: 04.08.2020.

## 9. LITERATURA:

11. Bilić-Zulle L. Comparison of methods: Passing and Bablok regression. *Biochemia Medica*. 2011;21(1):49-52.

## 10. ŽIVOTOPIS

### OSOBNI PODACI:

Baćani Mirta, studentica 3.godine, Preddiplomski sveučilišni studij Medicinsko laboratorijska dijagnostika

Datum i mjesto rođenja: 13. ožujka 1999., Virovitica

Kućna adresa: Dore Pejačević 1, 33520 Slatina

Tel. +385 99 5489787

E-mail: mirtabacani78@gmail.com

### OBRAZOVANJE:

2005. – 2013. Osnovna škola Josipa Kozarca Slatina

2013. – 2017. Srednja škola Marka Marulića Slatina, opća gimnazija

2017. – 2020. Medicinski fakultet u Osijeku, Preddiplomski sveučilišni studij Medicinsko laboratorijska dijagnostika

### OSTALE AKTIVNOSTI:

2018. vozačka dozvola B kategorije