

**VZŤAH MEDZI STEROIDNÝMI
HORMÓNMI (TESTOSTERÓN,
ESTRADIOL A PROGESTERÓN)
A VYBRANÝMI MORFOMETRICKÝMI
PARAMETRAMI MLADÝCH ŽIEN**

**The relationship between steroid hormones
(testosterone, estradiol and progesterone)
and some morphometric parameters
of young woman**

**Barbora Matejovičová¹,
Alexandra Bezáková², Alexander Sirotkin¹,
Tomáš Žatko¹, Janka Schlarmannová¹,
Mária Vondráková¹, Kristína Tománková¹**

¹Katedra zoológie a antropológie,
Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa
v Nitre, Slovenská republika

²Ústav laboratórnej medicíny, Fakultná nemocnica Nitra,
Slovenská republika

Abstract

The thesis focuses on discovering of relationships between steroid hormone levels (testosterone, estradiol, progesterone) in blood and morphometric parameters (height, body weight, abdominal circumference, hip circumference, BMI, WHR) in 301 young women aged 20 years. The set was divided into two groups (with below-average and above-average body parameters). In groups of women divided in this manner, hormone levels in blood during follicular and luteal phase of ovarian cycle were compared. Monitored probands did not significantly vary in morphometric parameters in terms of statistics compared with Slovak girls of the same age group. Average levels of estradiol and testosterone were significantly increased in probands with above-average height, while statistically significantly higher levels of estradiol and progesterone were observed in both phases of the cycle in probands with above-average body weight. From observed circumference parameters only abdominal circumference varied in levels of estradiol in both follicular and luteal phase. Average estradiol levels were equally statistically significantly higher in both phases in groups of probands with above-average values of both BMI and WHR. Estradiol levels in relation to abdominal circumference have shown a negative correlation, while there was a positive correlation in relation to body weight and BMI.

Key words: *steroid hormones, testosterone, estradiol, progesterone, young woman, morphometric parameters*

Úvod

Hormóny sú chemické látky tvorené endokrinnými žľazami, pomocou ktorých sa v tele odovzdávajú informácie medzi rôznymi bunkami a tkanivami. Ovpływujú všetky tkanivá a orgánové systémy tela a sú dôležité od raného embryonálneho vývinu i v ďalšom priebehu života. Hormóny sa odvodzujú z hlavných skupín zlúčenín, používaných v tele pre všeobecné funkčné účely. Steroidné hormóny sú odvodené od cholesterolu vznikajúceho buď syntézou de novo, alebo získavaného vychytávaním LDL cez LDL-receptory. Tvoria sa v ováriách, nadobličkách, testes, placentе a do určitej miery i v periférnych tkanivách (Norman, Norman, & Litwack, 1997; Regel-

son & Colman, 1996; Speroff, Glass, & Kase, 1994). Steroidné hormóny môžu bunkový rast inhibovať i stimulovať. Mužské pohlavné steroidy, testosterón a dihydrotestosterón regulujú vývin mužských pohlavných charakteristík, ako rast penisu a prostaty, hlas a vývin svalstva, ovplyvňujú libido a sexuálne správanie. Ženské pohlavné steroidy regulujú funkcie ženských reprodukčných orgánov, vrátane menštruačného cyklu a ovulácie (Greenspan & Baxter, 2003).

Testosterón je hlavný cirkulujúci androgén u mužov, ale pôsobí aj u žien (Regelson & Colman, 1996; Speroff, Glass, & Kase, 1994). U žien sa primárne tvorí konverziou z androstendionu, ďalšími miestami produkcie sú ovária a kôra nadobličiek (Baulieu, 1997). Prepubertálna hladina testosterónu je u oboch pohlaví menej než 0,3 nmol/l (0,1 ng/ml). V ranej puberte nastáva najprv zvýšenie sekrécie testosterónu v noci, denné zvýšenie je od veku 11 rokov – hodnoty 0,7–0,8 nmol/l (0,2–2,4 ng/ml). Hladina testosterónu v prepubertálnom období koreluje s dehydroepiandrosterón sulfátom (DHEA-S), potvrdzujúc adrenálny pôvod testosterónu, zatiaľ čo počas puberty väčšina testosterónu u dievčat sa tvorí v ováriách (Ankarberg & Norjavaara, 1999).

Estradiol (spolu s estrónom a estradiolom) patrí do triedy ženských pohlavných hormónov nazývaných estrogény (Mathews, Van Holde, & Ahern, 1999). V plode a v pučovníkovej krvi je ich hladina vysoká. Podľa niektorých autorov (Cibula, Henzl, & Živný, 2002) až 95 % cirkulujúceho estradiolu je produkovaného v dominantnom folikule a v žltom teliesku, zvyšných 5 % pripadá prevažne na periférnu konverziu estrónu na estradiol. V puberte sa u dievčat mení podľa štádií menštruačného cyklu (folikulárne štádium: 180 pmol/l = 50 pg/ml, luteálne štádium: 550 pmol/l = 150 pg/ml). Estradiol je hlavný hormón kontrolujúci ovariálnu aktivitu (Chieffi, Pierantoni, & Fasano, 1991). V ovariálnych folikuloch estradiol pomáha v diferenciácii granulóznych buniek, stimuluje rast maternice a cyklické zmeny na mukóze, stimuluje rast prsnej žľazy a kostí (Griffin & Ojeda, 2004). Estradiol stimuluje reprodukčné orgány k rastu a funkcii a vplýva na vývin sekundárnych pohlavných znakov – ženský model rozloženia tuku, stimuluje vývin mliečnych žliaz a ukladanie tuku v mliečnych žľazách. Okrem účinkov na reprodukčné orgány, pôsobí estradiol na skelet, pokožku, metabolizmus a rovnováhu elektrolytov. Stimuluje rast kostí v priebehu „pubertálneho skoku“ a neskôr zastavuje rast pôsobením na spojenie epifýzy a diafýzy dlhých kostí.

Gestagény sú ženské pohlavné hormóny, ktoré sú produkované hlavne ováriami a placentou (Stanczyk, 2002). Ovplyvňujú druhú polovicu menštruačného cyklu a tehotenstvo. Hlavnými gestagénmi počas tehotenstva u človeka sú progesterón a 17 α -hydroxyprogesterón (Cibula, Henzl, & Živný, 2002). Progesterón sa tvorí v *corpus luteum*, malé množstvo tvoria thékálne bunky pred ovuláciou (Trojan et al., 2003). Ovariálny steroidný progesterón zohráva kľúčovú úlohu vo vývine, raste, rozvoji prsníka a maternice (Clarke & Sutherland, 1990; Graham & Clarke, 1997; Lydon, DeMayo, & Frank et al., 1995).

Steroidné hormóny plnia dôležitú úlohu pri distribúcii telesného tuku. Najčastejšie používanými indexmi pri stanovení rizík obezity sú body mass index (BMI) (Keys et al., 1972) a waist to hip ratio (WHR), ktorý je ukazovateľom rizika centrálnej obezity (Vazquez et al., 2007). U žien s prevahou ukladania tuku vo vyšších oblastiach dochádza k zvýšenému množstvu voľného testosterónu v porovnaní so ženami s rozložením tuku v nižších partiách tela (nižší index WHR). Pozitívny vzťah medzi WHR a hladinou testosterónu bol pozorovaný u premenopauzálnych žien (Evans et al., 1983). Vyššie hodnoty WHR zistili u žien v reprodukčnom veku, ktoré trpeli polycystickým syndrómom (syndróm je spájaný s vysokou hladinou testosterónu) (Rebuffé-Scrive et al., 1989). U žien s nižšími hodnotami WHR bola zistená nízka hladina testosterónu a vysoká hladina

estradiolu, kým ženy s vyššími hodnotami WHR vykazovali vysokú hladinu testosterónu a nízku hladinu estradiolu (Evans et al., 1983). Tento index sa v praxi používa na stanovenie obezity v oblasti brucha, avšak korelácia medzi WHR a brušným tukom nie je vždy vysoká (Ross et al., 1992). Pomocou neho sa dajú identifikovať obezité ženy, ktoré majú väčšie riziko vzniku metabolického syndrómu. WHR je asociovaný s triglyceridmi a HDL-cholesterolom u obezických žien (Hollmann, Runnebaum, & Gerhard, 1997). BMI je štatisticky veľmi vhodný pre meranie obezity u adolescentov, má signifikantné korelácie s podkožným a celkovým tukom (Cole, 1991), vysokú výpovednú hodnotu o celkovom telesnom tuku (Marshall et al., 1990). V dospelosti predstavuje BMI indikátor pre súčasné i budúce rizikové faktory spojené s chorobnosťou a úmrtnosťou (Bray, 1987). Vyšší BMI je asociovaný s zvýšenými hladinami estrónu a estradiolu u postmenopauzálnych (Yang et al., 2011) a premenopauzálnych žien (Nagata et al., 2011).

Cieľ

Práca je zameraná na zistenie vzťahov medzi hladinami steroidných hormónov (testosterón, estradiol, progesterón) v krvi a morfometrickými parametrami (telesná výška, telesná hmotnosť, BMI, WHR) s cieľom možného využitia nadobudnutých poznatkov v predpovedi (diagnostike) stupňa somatického stavu, prevencie a liečby neadekvátneho morfológického vývinu mladých žien. Našou snahou je doplniť vedomosti o možných vzťahoch medzi morfometrickými parametrami a hladinami hormónov, nakoľko v literatúre nie sú jednoznačné výsledky.

Súbor a metodika

Výskum bol koncipovaný ako niekoľkomesačné sledovanie jedného súboru, ktorý tvorili iba študentky prvého ročníka Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre. Súbor tvorilo 301 probandiek pochádzajúcich z rôznych častí Slovenska. Jednalo sa o etnicky homogénny súbor, nakoľko všetky ženy boli slovenskej národnosti s priemerným vekom 20 rokov. Probandky boli vybrané náhodne. S vybraným súborom žien sme uskutočnili najprv rozhovor, v ktorom sme zisťovali ich zdravotný stav a informovali ich o zámere výskumu. Do výskumu boli zaradené iba zdravé probandky, s pravidelným menštruačným cyklom, tie, ktoré priznali užívanie akýchkoľvek liekov boli z výskumu vyradené. Rovnako neboli do výskumu zaradené ženy užívajúce hormonálnu antikoncepciu.

Z hľadiska úspešnej realizácie výskumu bolo zásadnou podmienkou získanie písomného súhlasu študentiek s odberom krvi, somatometrickým vyšetrením i spracovaním výsledkov.

Výpočet veku žien sme stanovili k dátumu merania v decimálnej sústave v desatinách roku podľa zásad IBP, ako uvádza Weiner a Lourie (1969). Na zaradenie do vekovej skupiny sme použili členenie podľa odporúčania WHO, na základe ktorého sa zaraďuje testovaná osoba do príslušnej vekovej skupiny s chronologickým vekom s ročným rozpätím. Ženy nášho súboru boli zaradené do skupiny 20,00–20,99 roku, čomu odpovedá vek 20 rokov.

O termíne meraní boli ženy informované dopredu. Odber krvi sme uskutočnili na akreditovanom pracovisku Katedry ošetrovateľstva Fakulty sociálnych vied a zdravotníctva Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre. Ženy boli nalačno a odber vykonali diplomované sestry v sterilných podmienkach, vždy ráno v čase od 7:00 do 9:00 hod. Následne boli vzorky krvi prenesené do akreditovaného pracoviska – laboratória Centra výskumu živočíšnej výroby Nitra, kde boli spracované.

Po odobratí krvných vzoriek boli dievčatá podrobené morfometrickému vyšetreniu. Použili sme metódy štandardnej antropometrie (Fetter et al., 1967; Martin & Saller, 1957). Zisťovali sme telesnú výšku, telesnú hmotnosť, obvod brucha, obvod bokov, BMI, WHR. Meranie bolo uskutočnené unilater-

rálne, na pravej strane tela, ženy boli merané v najnutnejšom oblečení, výhradne v dopoludňajších hodinách, v dobre osvetlených a klimaticky vyhovujúcich učebniach. Namerané údaje boli zapisované do špeciálne pripraveného záznamového listu, v ktorom sa ženy označili pomocou identifikačného čísla a dátumu narodenia.

Priemerné hodnoty telesných parametrov sme porovnali s referenčnými hodnotami (Rovný et al., 2004) a následne súbor rozdelili na dve skupiny (s podpriemernou a nadpriemernou hodnotou telesného parametra).

Hladiny hormónov v krvi sme hodnotili štandardnou metódou RIA sád. Odobratú krv sme konzervovali heparínom a odstredzovali x300g. Pred odberom krvi sme predložili ženám dotazník, v ktorom mali uviesť dátum poslednej menštruácie. Tento údaj sme použili pre zistenie aktuálnej fázy menštruačného cyklu. V takto rozdelených skupinách žien sme porovnávali hladiny estradiolu (pg/ml), progesterónu (pg/ml) a testosterónu (ng/ml) v krvi počas folikulárnej a luteálnej fázy ovariálneho cyklu. Probandky nachádzajúce sa v ovulačnom období neboli do výskumu zaradené. K spracovaniu výsledkov boli použité štatistické postupy programov Microsoft Excel, Statistica, na 5% hladine významnosti (* $p < 0,05$).

Výsledky a diskusia

Reprezentatívnosť sledovaného súboru sme stanovili porovnaním priemerných hodnôt morfometrických parametrov s referenčnými hodnotami (Rovný et al. 2004) (Tabuľka 1). Sledované probandky sa v telesnej výške, telesnej hmotnosti, obvode brucha, obvode bokov, BMI a WHR štatisticky významne nelíšili od 20 ročných slovenských dievčat. V tabuľke 2 je štatistické zhodnotenie rozdielov hladín hormónov vo folikulárnej a luteálnej fáze celého súboru. Priemerná hladina estradiolu v luteálnej fáze mala hodnotu 226,05 pg/ml, čo je o 145,95 pg/ml viac ako vo folikulárnej fáze, tento rozdiel je štatisticky významný. Hladina progesterónu v luteálnej fáze

mala hodnotu 5,93 ng/ml, čo je o 4,71 ng/ml viac ako vo folikulárnej fáze, tento rozdiel je štatisticky významný. Hladina testosterónu mala v oboch fázach cyklu rovnakú priemernú hodnotu 0,37 ng/ml.

Probandky s nadpriemernou telesnou výškou mali signifikantne zvýšené priemerné hodnoty estradiolu a testosterónu vo folikulárnej i luteálnej fáze, hodnoty progesterónu sa v týchto fázach ovariálneho cyklu štatisticky významne nelíšili (Tabuľka 3). Rovnaké zistenia uvádzajú Dorgan et al. (1995), Finstad et al. (2009). Nezistili sme signifikantný rozdiel medzi hladinou progesterónu a telesnou výškou, avšak podľa Vitzthum et al. (2002) existuje súvis medzi telesnou výškou a hladinou progesterónu. Možno predpokladať, že testosterón a estradiol sú u žien zapojené do regulácie telesného rastu. Pohlavné hormóny majú dôležitú úlohu v procese stimulácie rastu dlhých kostí a v jeho ukončení. Dlho sa predpokladalo, že takto pôsobia predovšetkým androgény (Frank, 1995). Naše výsledky potvrdzujú danú teóriu, ale sa domnievame, že aj estradiol je u žien zapojený do regulácie telesného rastu.

Probandky s nadpriemernou telesnou hmotnosťou mali štatisticky významne vyššie hodnoty estradiolu a progesterónu v oboch fázach cyklu, čo korešponduje s výsledkami De Pergola et al. (2006) a Lager a Ellisona (1990). Nezistili sme signifikantný rozdiel medzi hladinou testosterónu a telesnou hmotnosťou. Naproti tomu Sowers et al. (2001) zistili pozitívny vzťah medzi hladinou testosterónu a telesnou hmotnosťou. V obidvoch prípadoch sme zaznamenali pozitívnu koreláciu vo folikulárnej a luteálnej fáze (Tabuľka 4).

V tabuľke 5 sme porovnali hladiny hormónov v skupinách s nadpriemernými a podpriemernými obvodomými parametrami. Štatisticky významný rozdiel sme zistili iba v hladinách estradiolu v obvode brucha vo folikulárnej i luteálnej fáze, čo korešponduje s výsledkami Mayes a Watson (2004). Počas puberty žien je estradiol spájaný so vznikom sekundárnych pohlavných, so špecificky odlišným tvarom panvy. Predpokladáme, že ty-

Tabuľka 1. Morfometrické parametre a antropometrické indexy a ich porovnanie s referenčnými hodnotami

	morfometrické parametre									referenčné hodnoty (Rovný et al., 2004)				
	M	SD	$s_{\bar{x}}$	Medián	Modus	s^2	Min	Max		M	SD	$s_{\bar{x}}$	z	p
telesná výška (cm)	166,13	5,97	0,37	165,80	166,00	35,67	152,5	188,00		165,53	6,26	N	0,10	–
telesná hmotnosť (kg)	60,68	9,2	0,53	60	56	84,58	45,00	100,5		57,60	8,90	N	0,35	–
obvod brucha (cm)	74,69	8,28	0,83	73,75	67,00	76,52	58,00	109,00		71,04	7,18	N	0,51	–
obvod bokov (cm)	98,18	3,63	0,38	97,00	97,00	38,01	86,00	122,00		92,95	6,81	N	0,74	–
BMI index	22,02	3,30	0,19	21,44	25,91	10,95	14,80	32,30		21,02	3,09	N	0,32	–
WHR index	0,77	0,06	0,01	0,74	0,72	0,01	0,64	0,96		0,76	0,55	N	0,01	–

Poznámka: M – priemerná hodnota znaku, SD – smerodajná odchýlka, $s_{\bar{x}}$ – stredná chyba priemeru, s^2 – rozptyl, Min – minimum, Max – maximum, z – z-skóre, N – neurčené

Tabuľka 2. Hladiny estradiolu (pg/ml), progesterónu (ng/ml) a testosterónu (ng/ml) vo folikulárnej a luteálnej fáze

	M	SD	$s_{\bar{x}}$		M	SD	$s_{\bar{x}}$	p
estradiol (f. f.)	80,10	4,42	18,91	estradiol (l. f.)	226,05	5,73	16,67	*
progesterón (f. f.)	1,22	0,38	0,20	progesterón (l. f.)	5,93	0,94	0,88	*
testosterón (f. f.)	0,37	0,12	0,01	testosterón (l. f.)	0,37	0,11	0,01	–

Poznámka: M – priemerná hodnota znaku, SD – smerodajná odchýlka, $s_{\bar{x}}$ – stredná chyba priemeru, f. f. – folikulárna fáza, l. f. – luteálna fáza

Tabuľka 3. Hladina estradiolu (pg/ml), progesterónu (pg/ml) a testosterónu (ng/ml) v krvi probandiek s nad a podpriemernou výškou tela počas folikulárnej a luteálnej fázy ovariálneho cyklu

	estradiol f. f. (pg/ml)	estradiol l. f. (pg/ml)	testosterón f. f. (ng/ml)	testosterón l. f. (ng/ml)	progesterón f. f. (pg/ml)	progesterón l. f. (pg/ml)
telesná výška 1	86,4±4,78	231,57±4,54	0,49±0,12	0,46±0,12	1,18±0,34	5,71±0,67
telesná výška 2	73,8±3,25*	220,53±3,75*	0,25±0,12*	0,28±0,11*	1,27±0,11	5,99±0,81
koeficient korelácie	0,379	0,325	0,303	0,331	0,133	0,101

Poznámka: 1 – nadpriemerná hodnota, 2 – podpriemerná hodnota, f. f. – folikulárna fáza, l. f. – luteálna fáza

Tabuľka 4. Hladina estradiolu (pg/ml), progesterónu (pg/ml) a testosterónu (ng/ml) v krvi probandiek s nadpriemernou a podpriemernou hmotnosťou tela počas folikulárnej a luteálnej fázy ovariálneho cyklu

	estradiol f. f. (pg/ml)	estradiol l. f. (pg/ml)	testosterón f. f. (ng/ml)	testosterón l. f. (ng/ml)	progesterón f. f. (pg/ml)	progesterón l. f. (pg/ml)
telesná hmotnosť 1	87,39±5,12	232,28±5,80	0,37±0,12	0,41±0,13	1,83±0,24	7,18±0,39
telesná hmotnosť 2	72,84±4,30*	219,82±5,68*	0,37±0,09	0,33±0,13	1,17±0,47*	5,91±0,64*
koeficient korelácie	0,329	0,397	0,023	0,217	0,315	0,373

Poznámka: 1 – nadpriemerná hodnota, 2 – podpriemerná hodnota, f. f. – folikulárna fáza, l. f. – luteálna fáza

Tabuľka 5. Hladina estradiolu (pg/ml), progesterónu (pg/ml) a testosterónu (ng/ml) v krvi probandiek s nad a podpriemerným obvodom brucha a obvodom bokov počas folikulárnej a luteálnej fázy ovariálneho cyklu

	estradiol f. f. (pg/ml)	estradiol l. f. (pg/ml)	testosterón f. f. (ng/ml)	testosterón l. f. (ng/ml)	progesterón f. f. (pg/ml)	progesterón l. f. (pg/ml)
obvod brucha 1	73,96±4,38	219,71±5,80	0,34±0,11	0,36±0,08	1,20±0,42	5,68±0,35
obvod brucha 2	87,24±4,50*	231,89±4,60*	0,40±0,11	0,38±0,15	1,28±0,27	5,79±0,41
koeficient korelácie	-0,342	-0,372	-0,126	-0,090	-0,295	-0,185
obvod bokov 1	84,74±4,87	229,32±4,90	0,38±0,19	0,33±0,17	1,18±0,67	5,61±0,61
obvod bokov 2	86,53±4,66	230,54±5,10	0,38±0,11	0,33±0,11	1,27±0,31	5,75±0,54
koeficient korelácie	-0,129	-0,107	-0,004	-0,001	-0,115	-0,057

Poznámka: 1 – nadpriemerná hodnota, 2 – podpriemerná hodnota, f. f. – folikulárna fáza, l. f. – luteálna fáza

Tabuľka 6. Hladina estradiolu (pg/ml), progesterónu (pg/ml) a testosterónu (ng/ml) v krvi probandiek s nadpriemernými a podpriemernými telesnými indexami (i) počas folikulárnej a luteálnej fázy ovariálneho cyklu

	estradiol f. f. (pg/ml)	estradiol l. f. (pg/ml)	testosterón f. f. (ng/ml)	testosterón l. f. (ng/ml)	progesterón f. f. (pg/ml)	progesterón l. f. (pg/ml)
BMI 1	85,35±3,30	233,34±7,40	0,36±0,14	0,33±0,20	1,31±0,30	5,71±0,79
BMI 2	74,85±5,85*	218,76±3,46*	0,38±0,11	0,39±0,10	1,42±0,51	5,74±0,71
koef. korelácie	0,372	0,452	-0,142	-0,043	-0,019	-0,009
WHR 1	86,23±4,67	234,45±5,80	0,38±0,14	0,33±0,11	1,37±0,33	5,51±0,78
WHR 2	73,97±4,02*	217,65±5,60*	0,36±0,13	0,41±0,11	1,25±0,29	5,31±0,94
koef. korelácie	0,336	0,341	0,003	-0,015	0,022	0,057

Poznámka: 1 – nadpriemerná hodnota, 2 – podpriemerná hodnota, f. f. – folikulárna fáza, l. f. – luteálna fáza

picky ženská postava (širšie boky) sa môže formovať najmä pod vplyvom estrogénov. Hodnoty estradiolu vzťahnuté k obvodu brucha vykazujú negatívnu koreláciu, zatiaľ čo vo vzťahu k telesnej hmotnosti a BMI vykazujú pozitívnu koreláciu. Predpokladáme, že na hladiny estradiolu u mladých žien môže mať vplyv aj jeho metabolizmus v tukovom tkanive. Vyššia telesná hmotnosť a vyššie hodnoty BMI a WHR indexu sú zapríčinené zvýšeným množstvom tukového tkaniva, pričom tukové tkanivo je spojené s vysokou hladinou estradiolu, keďže tukovom tkanive prebieha konverzia androgénov na estrogény (Dorgan et al., 1995), čo je možným vysvetlením asociácie zvýšenej tučnosti a zvýšenej hladiny estradiolu v krvi.

Priemerné hladiny estradiolu sú rovnako štatisticky významne vyššie v oboch fázach cyklu v skupinách probandiek s nadpriemernými hodnotami BMI aj WHR (Tabuľka 6). Podľa De Pergola et al. (2006) hladina estradiolu súvisí s hodnotou BMI, čo potvrdzuje naše zistenie. Hodnota WHR indexu u probandiek súvisela s hladinou estradiolu. Naše zistenia sa zhodujú so zisteniami Jasienska et al. (2004). Nezaznamenali sme signifikantný rozdiel medzi hladinou testosterónu a hodnotou WHR indexu, avšak iní autori takéto vzťahy dokumentujú (Pasquali et al., 1991; Van Anders & Hampson, 2005). Hlavným rastovým stimulátorom je estradiol v porovnaní s testosterónom a progesterónom u žien, naše zistenia podporujú údaje De Pergola et al. (2006) a Jasienska et al. (2004).

Záver

Na základe pozorovaní sme zistili, že v našom súbore 20-ročných žien:

- sú rozdiely v hladinách hormónov v závislosti od fázy ovariálneho cyklu pri estradiole a progesteróne, ale nie pri testosteróne,

- nadpriemerná telesná výška súvisí s vyššou hladinou estradiolu a testosterónu, ale nie progesterónu;
- nadpriemerná telesná hmotnosť súvisí s vyššou hladinou estradiolu, ale nie testosterónu a progesterónu;
- podpriemerný obvod brucha súvisí s nižšou hladinou estradiolu, ale nie testosterónu a progesterónu;
- nadpriemerné hodnoty BMI súvisia s vyššou hladinou estradiolu, ale nie testosterónu a progesterónu;
- nadpriemerné hodnoty WHR súvisia s vyššou hladinou estradiolu, ale nie testosterónu a progesterónu;
- hodnoty estradiolu vzťahnuté k obvodu brucha vykazujú odlišnú koreláciu než pri telesnej hmotnosti a BMI.

Naša práca potvrdila predchádzajúce poznatky o rozdieloch v hladinách steroidných hormónov v závislosti od fázy ovariálneho cyklu pri estradiole a progesteróne, ale nie pri testosteróne. Výsledky nášho experimentu poukázali na pozitívny vzťah hladiny estradiolu a testosterónu v krvi a telesnou výškou, ktoré svedčia o schopnosti týchto hormónov stimulovať rast. Rozšírili sme poznatky o vzťahu estradiolu a typickými ženskými tvarmi (obvod brucha, WHR index). Naše výsledky poukazujú na potenciálnu možnosť použitia hladín steroidných hormónov v krvi pre hodnotenie a predpovedi nie len štádií ovariálneho cyklu, ale aj vývinu ženskej postavy. Možno predpokladať, že patologický vývin týchto procesov môže byť predpovedaný analýzou hormónov v krvi a korigovaný exogénnymi regulátormi steroidných hormónov.

Nakoľko v literatúre nachádzame rôzne tvrdenia k sledovanej problematike, je dôležité pri formulovaní záverov rešpektovať zhodu s objektmi a podmienkami pozorovaní (napr. vek, zdravotný stav, fáza cyklu, použité metódy, etnikum).

Súhrn

Práca je zameraná na zistenie vzťahov medzi hladinami steroidných hormónov (testosterónu, estradiolu, progesterónu) v krvi a morfometrickými parametrami (telesnou výškou, telesnou hmotnosťou, obvodom brucha, obvodom bokov, BMI, WHR) u 301 mladých žien vo veku 20 rokov. Súbor bol rozdelený na dve skupiny (s podpriemernou a nadpriemernou hodnotou telesného parametra). V takto rozdelených skupinách žien sme porovnávali hladiny hormónov v krvi počas folikulárnej a luteálnej fázy ováriálneho cyklu. Sledované probandky sa v morfometrických parametroch štatisticky významne nelíšili od slovenských dievčat rovnakej vekovej kategórie. Probandky s nadpriemernou telesnou výškou mali signifikantne zvýšené priemerné hodnoty estradiolu a testosterónu, probandky s nadpriemernou telesnou hmotnosťou mali štatisticky významne vyššie hodnoty estradiolu a progesterónu v oboch fázach cyklu. Zo sledovaných obvodových parametrov iba obvod brucha sa štatisticky významne líšil v hladinách estradiolu vo folikulárnej i luteálnej fáze. Priemerné hladiny estradiolu boli rovnako štatisticky významne vyššie v oboch fázach cyklu v skupinách probandiek s nadpriemernými hodnotami BMI aj WHR. Hodnoty estradiolu vzťahnuté k obvodu brucha vykazovali negatívnu koreláciu, zatiaľ čo vo vzťahu k telesnej hmotnosti a BMI pozitívnu koreláciu.

KLúčové slová: steroidné hormóny, testosterón, estradiol, progesterón, mladé ženy, morfometrické parametre

Podakovanie

Podporované grantmi KEGA-029UKF-4/2011; KEGA-007UKF-4/2012; VEGA 1/0757/12

Literatúra

- Ankarberg, C., & Norjavaara, E. (1999). Diurnal rhythm of testosterone secretion before and throughout puberty in healthy girls: correlation with 17 beta - estradiol and dehydroepiandrosterone sulfate. *J Clin Endocrinol Metab.*, 84, 975–984.
- Baulieu, E. E. (1997). Neurosteroids: of the nervous system, by the nervous system, for the nervous system. *Rec Prog Horm Res*, 52, 1–32.
- Bray, G. A. (1987). Overweight is risking fate: definition, classification, prevalence and risks. *Ann NY Acad Sci*, 499, 14–28.
- Cibula, D., Henzl, M., & Živný, J. (2002). *Základy gynekologické endokrinologie*. Praha: Grada Publishing.
- Clarke, I., & Sutherland, R. (1990). Progestin regulation of cellular proliferation. *Endocr Rev.*, 11, 266–287.
- Cole, T. J. (1991). *Weight–stature indices to measure underweight, overweight, and obesity*. Himes JH, ed. *Anthropometric assessment of nutritional status*. New York: Wiley & Sons, Inc.
- De Pergola, G., Maldera, S., Tartagni, M., Pannacciulli, N., Loverro, G., & Giorgino, R. (2006). Inhibitory Effect of Obesity on Gonadotropin–Estradiol– and Inhibin B Levels in Fertile Women. *Obesity*, 14, 1954–1960.
- Dorgan, J. F., Reichman, M. E., Judd, J. T., Brown, C., Longcope, C., Schatzkin, A., Albanes, D., Campbell, W. S., Franz, C., & Kahle, L., et al. (1995). The relation of body size to plasma levels of estrogens and androgens in premenopausal women (Maryland– United States). *Cancer Causes Control*, 6, 3–8.
- Evans, D. J., Hoffmann, R. G., Kalkhoff, R. K., & Kissebah, A. H. (1983). Relationship of Androgenic Activity to Body Fat Topography– Fat Cell Morphology – and Metabolic Aberrations in Premenopausal Women. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 2, 304–310.
- Fetter, V., Prokopec, M., Suchý, J., & Titlbachová, S., et al. (1967). *Antropologie*. Praha: Academia.
- Finstad, S. E., Emaus, A., Tretli, S., Jasienska, G., Ellison, P. T., Furberg, A. S., Wist, E. A., & Thune, I. (2009). Adult Height–Insulin– and 17β–Estradiol in Young Women. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 18, 1477–1483.
- Frank, G. R. (1995). The role of estrogen in pubertal skeletal physiology: epiphyseal maturation and mineralization of skeleton. *Acta Paediatr.*, 84, 628–630.
- Graham, J. D., & Clarke, Ch. L. (1997). Physiological Action of Progesterone in Target Tissues. *Endocrine Reviews*, 18, 4.
- Greenspan F., & Baxter J. D. (2003). *Základní a klinická endokrinologie*. Praha: H & H.
- Griffin, J. E., & Ojeda, S. R. (2004). *Textbook of endocrine physiology*. Oxford University Press US.
- Hileman, S. M., Lubbers, L. S., Petersen, S. L., Kuehl, D. E., Scott, C. J., & Jackson, G. L. (1996). Influence of testosterone on LHRH release, LHRH mRNA and proopiomelanocortin mRNA in male sheep. *J Neuroendocrinol*, 8, 113–121.
- Hollmann, M., Runnebaum, B., & Gerhard, I. (1997). Impact of waist–hip–ratio and body–mass–index on hormonal and metabolic parameters in young– obese women. *International Journal of Obesity*, 21, 476–483.
- Chieffi, G., Pierantoni, R., & Fasano, S. (1991). Immunoreactive GnRH in hypothalamic and extrahypothalamic areas. *Int Rev Cytol.*, 127, 1–55.
- Jasienska, G., Ziolkiewicz, A., Ellison, P. T., Lipson, S. F., & Thune, I. (2004). Large breasts and narrow waists indicate high reproductive potential in women. *Proceedings of the Royal Society, London Series B*, 271(1545), 1213–1217.
- Keys, A., Fidanza, F., Karvonen, M. J., Kimura, N., & Taylor, H. L. (1972). Indices of relative weight and obesity. *J Chronic Dis*, 25, 329–43.
- Lager, C., & Ellison, P. T. (1990). Effect of moderate weight loss on ovarian function assessed by salivary progesterone measurements. *Am. J. Hum. Biol.*, 2, 303–312.
- Lydon, J. P., DeMayo, F. J., & Frank, C. R., et al. (1995). Mice lacking progesterone receptor exhibit pleiotropic reproductive abnormalities. *Genes Dev.*, 9, 2266–2278.
- Marshall, J. D., Hazlett, C. B., Spady, D. W., & Quinney, H. A. (1990). Comparison of convenient indicators of obesity. *Am J Clin Nutr*, 51, 22–28.
- Martin, R., & Saller, K. (1957). *Lehrbuch der Anthropologie*. I. Stuttgart.
- Mathews, C. K., Van Holde, K. E., & Ahern, K. G. (1999). *Biochemistry*. San Francisco: Addison Wesley Longman.
- Mayes, J. S., & Watson, G. H. (2004). Direct effects of sex steroid hormones on adipose tissues and obesity. *Obesity Reviews*, 5, 197–216.
- Nagata, C., Wada, K., Nakamura, K., Hayashi, M., Takeda, N., & Yasuda, K. (2011). Associations of body size and reproductive factors with circulating levels of sex hormones and prolactin in premenopausal Japanese women. *Cancer Causes & Control*, 22(4), 581–588.
- Norman, A. W., Norman, A. W., & Litwack, G. (1999). *Hormones*. San Diego, CA: Academic Press.
- Pasquali, R., Casimirri, F., Balestra, V., Flaminia, R., Melchionda, N., Fabbri, R., & Barbara, L. (1991). The relative contribution of androgens and insulin in determining abdominal body fat distribution in premenopausal women. *J Endocrinol Invest.*, 14, 839–846.
- Rebuffé–Scrive, M., Cullberg, G., Lundberg, P. A., Lindstedt, G., & Björntorp, P. (1989). Anthropometric variables and metabolism in polycystic ovarian disease. *Hormone Metab. Res.*, 21, 391–397.
- Regelson, W., & Colman, C. (1996). *The Super–Hormone Promise*. New York: Simon & Schuster.
- Ross, R., Leger, L., Morris, D., De Guise, J., & Guardo, R.

- (1992). Quantification of adipose tissue by MRI: Relationship with anthropometric variables. *Journal of Applied Physiology*, 72, 787–795.
- Rovný, I., Nováková, E., Hamade, J., Tatara, M., Janechová, J., & Ševčíková, L. (2001). *Telesný vývoj detí a mládeže v SR*. Bratislava: Úrad verejného zdravotníctva SR.
- Sowers, M. F., Beebe, J. L., McConnell, D., Randolph, J., & Jannausch, M. (2001). Testosterone Concentrations in Women Aged 25–50 Years: Associations with Lifestyle–Body Composition– and Ovarian Status. *American Journal of Epidemiology*, 153, 256–264.
- Speroff, L., Glass, R. H., & Kase, N. G. (1994). *Clinical gynecologic endocrinology and infertility*. 5th ed. Baltimore, MD: Williams and Wilkins.
- Stanczyk, F. Z. (2002). Pharmacokinetics and potency of progestins used for hormone replacement therapy and contraception. *Rev Endocr Metab Disord*, 3, 211–224.
- Trojan, S. et al. (2003). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing.
- Van Anders, S. M., & Hampson, E. (2005). Waist-to-Hip Ratio Is Positively Associated With Bioavailable Testosterone but Negatively Associated With Sexual Desire in Healthy Premenopausal Women. *Psychosomatic Medicine*, 67, 246–250.
- Vazquez, G., Duval, S., Jacobs, D. R., & Silventoinen, K. (2007). Comparison of Body Mass Index, Waist Circumference, and Waist/Hip Ratio in Predicting Incident Diabetes: A Meta-Analysis. *Epidemiologic Reviews*, 29, 115–128.
- Vitzthum, V. J., Bentley, G. R., Spielvogel, H., Caceres, E., Thornburg, J., Jones, L., Shore, S., Hodges, K. R., & Chatterton, R. T. (2002). Salivary progesterone levels and rate of ovulation are significantly lower in poorer than in better-off urban-dwelling Bolivian women. *Hum Reprod.*, 17, 1906–13.
- Weiner, J. S., & Lourie, J. A. (1969). *A Guide to Field Methods in Human Biology*. IBP Handbook No. 9. Oxford: Blackwell Scien Pub.
- Yang, H. P., Black, A., Brinton, L. A., Potischman, N., Wentzensen, N., Faupel-Badger, J. M., & Sherman, M. E. (2011). Association of Serum Sex Steroid Hormone Hemodilution and Body Mass Index Among Healthy Postmenopausal Women. *Annals of Epidemiology*, 21(6), 466–471.