

**Leon Rak, Ryszard Zarzeczny,  
Dorota Zarzeczna, Janusz Wojtyna,  
Dorota Rak**

### **ZMIANY WYDOLNOŚCI BEZTLENOWEJ W CYKLU MENSTRUACYJNYM U KOBIET**

#### **Wstęp**

Różnice w odpowiedzi fizjologicznej organizmu na wysiłek fizyczny pomiędzy kobietami i mężczyznami są dobrze udokumentowane. Obejmują one głównie mniejszą siłę mięśniową, mniejszą objętość wyrzutową serca, większą częstość skurczów serca oraz wyższą wentylację minutową w czasie wysiłków submaksymalnych u kobiet. Różnice te dotyczą także gospodarki hormonalnej a w szczególności hormonów płciowych. Całość różnic wpływa na odmienną adaptację do wysiłków fizycznych kobiet i mężczyzn (Dobrzański 1982, Liljedahl 1996).

Cykliczne występowanie zmian poziomu hormonów płciowych u kobiet może powodować wahania wydolności fizycznej. Brak jest jednak zgody autorów co do wielkości i istotności tych wahań. Zdaniem wielu (Berend 1994, Jurkowski 1981, Lawoie 1987, Sykut 1974) zdolność kobiet do wysiłków wytrzymałościowych jest większa w fazie lutealnej cyklu menstruacyjnego. Inni natomiast (Astrand 1963, Cariu, Dombovoy 1987, Gamberale 1975, Lamont 1986, Stephenson 1982) różnic takich nie zanotowali. Ostatnie badania (Manowska 1997) wskazują, że w fazie lutealnej istnieją warunki do nasilenia metabolizmu tlenowego i związane to może być z niewielkim podwyższeniem aktywności adrenergicznej w tej fazie.

Podobnie jak w przypadku wydolności tlenowej nie ma zgody autorów co do wpływu faz cyklu menstruacyjnego u kobiet na wydolność beztlenową warunkującą takie cechy motoryczne jak szybkość i siła.

Dlatego też, celem naszej pracy było porównanie wydolności beztlenowej mierzonej testem Wingate pomiędzy fazą folikularną i lutealną cyklu menstruacyjnego u kobiet.



## Material i metody

W badaniach wzięło udział 21 kobiet. Wszystkie były studentkami WSP w Częstochowie. Ich wiek, wysokość ciała oraz ciężar ciała wynosiły odpowiednio ( $x \pm SD$ )  $22 \pm 2$  lata,  $165,6 \pm 6,3$  cm,  $57,2 \pm 7,9$  kg. Przed badaniami zapoznane zostały z celami i metodyką badań. Każda z nich wykonała próbnie jeden raz test Wingate przy pomocy kończyn górnych (KG) (symetryczna praca rąk) a następnie przy pomocy kończyn dolnych (KD). Fazy cyklu menstruacyjnego badane wyznaczały metodą termiczną. Średnia długość cyklu ( $x \pm SD$ ) wyniosła  $28 \pm 2$  dni. Badane indywidualnie zgłaszały się na badania w wyznaczonym wcześniej dniu w zależności od fazy cyklu w której się znajdowały. Pomiędzy 5 a 9 dniem cyklu (faza folikularna) badane wykonywały Wingate-test z symetryczną pracą KG a w dniu następnym Wingate-test przy pomocy KD. Przed testem oraz 3 i 5 minut po teście pobierano z opuszki palca krew w celu oznaczenia stężenia mleczanu we krwi. Pomiędzy 19 a 23 dniem cyklu (faza lutealna) powtórzono testy według procedury zastosowanej w fazie folikularnej cyklu menstruacyjnego.

Podczas Wingate testu zarejestrowano i obliczono pracę całkowitą (Wc), względną pracę całkowitą (wWc), moc maksymalną (Pmax), względną moc maksymalną (wPmax), moc średnią (Ps), względną moc średnią (wPs), moc minimalną (Pmin), względną moc minimalną (wPmin) oraz wskaźnik spadku mocy (WSM). Stężenie mleczanu we krwi wyznaczono metodą enzymatyczną przy pomocy odczynników firmy Bohringer Mannheim.

Wyniki przedstawiono w postaci średnich arytmetycznych i odchyłeń standardowych. Oceny istotności różnic pomiędzy średnimi arytmetycznymi dokonano przy pomocy wzoru „t”-Studenta dla wartości powiązanych, po zbadaniu normalności rozkładu i jednorodności wariancji wyników. Współzależność zjawisk określono obliczając współczynniki korelacji liniowej. Za istotne przyjęto wartości przy  $p < 0,05$ .

## Wyniki i dyskusja

Niektórzy autorzy (Sykut 1974) wskazują, że w fazie progesteronowej kobiety uprawiające sport uzyskują na ogół lepsze wyniki zarówno w konkurencjach wytrzymałościowych jak i siłowych. Wyżnikiewicz i wsp. (1972) przedstawili dane, że w okresie owulacji badane przez nich studentki uzyskiwały na ogół lepsze wyniki w testach siły i szybkości. Astrand i wsp. (1963) natomiast nie obserwowali różnic w uzyskiwanych wynikach badanych przez nich sportsmenek w różnych okresach cyklu menstruacyjnego

W naszych badaniach podczas testu Wingate wykonywanego w fazie lutealnej jedynie w zakresie mocy maksymalnej KG i względnej mocy maksymalnej KG wystąpiły istotne wyższe wartości w porównaniu uzyskanych w fazie folikularnej cyklu (tabela 1, tabela 2).



**Tabela 1. Średnie arytmetyczne ( $\pm$ SD) zmiennych uzyskanych w teście Wingate przy pomocy KG oraz istotność różnic międzyfazowych pomiędzy zmiennymi**

Zmienna	Faza folikularna	Faza lutealna	Istotność Różnic
Wc [J]	4605,55 $\pm$ 966,56	4786,94 $\pm$ 978,66	n.i.
wWc [J/kg]	70 $\pm$ 12,99	83,12 $\pm$ 12,61	n.i.
Pmax [W]	181,08 $\pm$ 37,76	189,38 $\pm$ 40,22	p<0,05
wPmax [W/kg]	3,15 $\pm$ 0,51	3,29 $\pm$ 0,54	p<0,05
Ps [W/kg]	153,52 $\pm$ 32,22	159,56 $\pm$ 32,62	n.i.
wPs [W]	2,67 $\pm$ 0,43	2,77 $\pm$ 0,42	n.i.
Pmin [W]	148,38 $\pm$ 32,36	155,14 $\pm$ 32,81	n.i.
wPmin [W/kg]	2,58 $\pm$ 0,47	2,69 $\pm$ 0,45	n.i.
WSM [W/s]	2,33 $\pm$ 0,89	2,42 $\pm$ 1,27	n.i.

**Tabela 2. Średnie arytmetyczne ( $\pm$ SD) zmiennych uzyskanych w teście Wingate przy pomocy KG oraz istotność różnic międzyfazowych pomiędzy zmiennymi**

Zmienna	Faza folikularna	Faza lutealna	Istotność Różnic
Wc [J]	10154,31 $\pm$ 1901,8	10342,01 $\pm$ 1869,75	n.i.
wWc [J/kg]	176,12 $\pm$ 22,55	179,84 $\pm$ 21,15	n.i.
Pmax [W]	417,06 $\pm$ 77,07	425,01 $\pm$ 78,34	n.i.
wPmax [W/kg]	7,23 $\pm$ 0,88	7,38 $\pm$ 0,84	n.i.
Ps [W/kg]	338,47 $\pm$ 63,39	344,73 $\pm$ 62,32	n.i.
wPs [W]	5,87 $\pm$ 0,75	5,99 $\pm$ 0,71	n.i.
Pmin [W]	281,35 $\pm$ 55,46	286,14 $\pm$ 55,85	n.i.
wPmin [W/kg]	4,89 $\pm$ 0,75	4,99 $\pm$ 0,74	n.i.
WSM [W/s]	7,73 $\pm$ 2,10	7,75 $\pm$ 1,92	n.i.

Wystąpienie istotnych różnic w zakresie tylko tych zmiennych nie pozwala jednak na wyciąganie wniosków potwierdzających tezę, że w fazie lutealnej występują lepsze warunki do pracy angażującej metabolizm beztlenowy, gdyż moc maksymalna i względna moc maksymalna wykazują podatność na doskonalenie techniki wykonywania testu. Pilis (1991) zbadał wpływ czterokrotnego powtórzenia testu Wingate wykonywanego przy pomocy KD na moc maksymalną i uzyskane przez niego wyniki wskazują na ich poprawę w kolejnych próbach a więc doskonalenie techniki wykonywania testu i tendencję do wpływania na



jego wynik. Towarzyszyło temu jednak zwiększenie WSM czego w naszych badaniach nie zanotowaliśmy. Brak istotnych różnic w badaniach wykonanych KD wskazywać może również na lepsze opanowanie techniki pedalowania na cykloergometrze związane z powszechnością umiejętności jazdy na rowerze.

Średnie wyniki testów Wingate znacznie różnią się od uzyskanych przez Obmińskiego i wsp (1996) gdzie badane przez nich kobiety (Wingate przy pomocy KD) uzyskały wartości mocy średniej 7,85 [W], oraz Lutosławskiej i wsp. (1996) gdzie w 40s próbie wykonywanej przy pomocy KG badane kobiety uzyskały wartości wPs 5,0 [w] a więc znacznie więcej niż w naszych badaniach (30 sekundowych). Jednak w badaniach tych autorów brały udział wysoko wytrenowane kobiety.

Stężenia mleczanu po testach nie różniły się istotnie między fazami cyklu (Tabela 3) i były wyraźnie niższe niż uzyskane przez Obmińskiego i wsp. (10,3 mmol/l — 3 min. po teście). Współzależności pomiędzy stężeniami mleczanu we krwi a wynikami uzyskanymi w teście Wingate wyrażone współczynnikami korelacji liniowej prezentują Tabele 4-7. Wskazują one na istotne zależności pomiędzy stężeniem mleczanu we krwi a uzyskanymi wynikami w teście Wingate. Ciekawe jest, że korelacje te są istotne w zakresie wszystkich zmiennych (z wyjątkiem WSM) podczas pracy wykonywanej KG natomiast dotyczą tylko wartości względnych podczas pracy KD (wyjątek Pmin). Wiązać się to może z różnymi proporcjami pomiędzy liczbą szybkokurczliwych i wolnokurczliwych włókien mięśniowych KG i KD w badanej grupie.

**Tabela 3. Istotność różnic stężenia mleczanu we krwi pomiędzy fazami cyklu menstruacyjnego u kobiet**

Kończyny górne	Faza folikularna	Faza lutealna	Istotność różnic
spoczynek	1,49 ± 0,51	1,47 ± 0,35	n.i.
3 - minuta	6,37 ± 0,99	6,25 ± 0,98	n.i.
5 - minuta	6,78 ± 0,89**	6,59 ± 1,10**	n.i.
<b>Kończyny dolne</b>			
spoczynek	1,39 ± 0,47	1,37 ± 0,33	n.i.
3 - minuta	8,35 ± 0,09	8,52 ± 0,91	n.i.
5 - minuta	8,97 ± 1,11**	9,12 ± 1,02***	n.i.

\* — istotność różnic pomiędzy stężeniami mleczanu w 3 a 5 minucie po teście Wingate \*\* -p<0,01,\*\*\* -p<0,001



**Tabela 4. Współzależności pomiędzy danymi uzyskanymi w teście Wingate dla KG a stężeniami mleczanów w 3 i 5 minucie po zakończeniu testu w fazie folikularnej cyklu menstruacyjnego u kobiet (współczynniki korelacji linowej i ich istotności)**

	LA — 3 minuty po teście	LA — 5 minut po teście
Praca całkowita	0,66 p<0,01	p<0,05
Względna praca całkowita	0,69 p<0,01	p<0,01
Moc maksymalna	0,67 p<0,01	p<0,01
Względna moc maksymalna	0,70 p<0,01	p<0,01
Moc średnia	0,66 p<0,01	p<0,05
Względna moc średnia	0,69 p<0,01	p<0,01
Moc minimalna	0,68 p<0,01	p<0,05
Względna moc minimalna	0,66p<0,01	p<0,05
Wskaźnik spadku mocy	n.i.	p<0,05

**Tabela 5. Współzależności pomiędzy danymi uzyskanymi w teście Wingate dla KG a stężeniami mleczanów w 3 i 5 minucie po zakończeniu testu w fazie lutealnej cyklu menstruacyjnego u kobiet (współczynniki korelacji linowej i ich istotności)**

	LA — 3 minuty po teście	LA — 5 minut po teście
Praca całkowita	0,61 p<0,01	0,53 p<0,05
Względna praca całkowita	0,72 p<0,01	0,74 p<0,01
Moc maksymalna	0,63 p<0,01	0,55 p<0,05
Względna moc maksymalna	0,74 p<0,01	0,75 p<0,01
Moc średnia	0,61 p<0,01	0,53 p<0,05
Względna moc średnia	0,72 p<0,01	0,74 p<0,01
Moc minimalna	0,52 p<0,01	0,50 p<0,05
Względna moc minimalna	0,55 p<0,01	0,63 p<0,01
Wskaźnik spadku mocy	n.i.	n.i.



**Tabela 6. Współzależności pomiędzy danymi uzyskanymi w teście Wingate dla KD a stężeniami mleczanów w 3 i 5 minucie po zakończeniu testu w fazie folikularnej cyklu menstruacyjnego u kobiet (współczynniki korelacji linowej i ich istotności)**

	LA — 3 minuty po teście	LA — 5 minut po teście
Praca całkowita	n.i.	n.i.
Względna praca całkowita	p<0,01	p<0,01
Moc maksymalna	n.i.	n.i.
Względna moc maksymalna	p<0,05	p<0,05
Moc średnia	n.i.	n.i.
Względna moc średnia	p<0,01	p<0,01
Moc minimalna	n.i.	n.i.
Względna moc minimalna	p<0,01	p<0,01
Wskaźnik spadku mocy	n.i.	n.i.

**Tabela 7. Współzależności pomiędzy danymi uzyskanymi w teście Wingate dla KD a stężeniami mleczanów w 3 i 5 minucie po zakończeniu testu w fazie lutealnej cyklu menstruacyjnego u kobiet (współczynniki korelacji linowej i ich istotności)**

	LA — 3 minuty po teście	LA — 5 minut po teście
Praca całkowita	n.i.	n.i.
Względna praca całkowita	0,64 p<0,01	0,69p<0,01
Moc maksymalna	n.i.	n.i.
Względna moc maksymalna	0,55 p<0,05	0,56p<0,05
Moc średnia	n.i.	n.i.
Względna moc średnia	0,64 p<0,01	0,69 p<0,01
Moc minimalna	n.i.	0,46 p<0,05
Względna moc minimalna	0,63 p<0,01	0,73 p<0,01
Wskaźnik spadku mocy	n.i.	n.i.

Zmienne mechaniczne oraz stężenie mleczanu podczas testu wykonywanego kończynami górnymi okazały się istotne ( $p<0.001$ ) mniejsze niż uzyskane w teście wykonywanym przy pomocy kończyn dolnych bez względu na fazę cyklu menstruacyjnego w jakiej wykonywany był test. Wskazuje to na istotny wpływ masy mięśniowej angażowanej w wysiłku zarówno na wartości zmiennych mechanicznych jak i stężenie mleczanu we krwi.



Reasumując należy stwierdzić, że wyniki uzyskane przez nas wskazują, na brak dostatecznych podstaw do stwierdzenia większego wpływu jednej z faz cyklu menstruacyjnego na wydolność beztlenową kobiet.

### Literatura:

- Bassey E.J., Mocket S.P., Fentem P.H., *Lack of variation in muscle strength with menstrual status in healthy women aged 45-54 years: data from a national survey*, Eur. J. Appl. Physiol. (1996) 73: 382-386.
- Gratas-Delamarche A., LeCam R., Delamarche P., Monnier M., Koubi A., *Lactate and catecholamines responses in male and female sprinters during Wingate test*, Eur. J. Appl. Physiol. (1987) 58: 187-191.
- Dobrzański T., *Medycyna wychowania fizycznego i sportu*, AWF Kraków 1984.
- Hakkinen K., Pakarinen A., Kyrolainen H., Cheng S., Kim D.H., Komi P. V., *Neuromuscular adaptations and serum hormones in females during prolonged power training*, Int. J. Sports Med. (1990) 11: 91-98.
- Halicka-Ambroziak H., *Adaptacja wysiłkowa i wydolność fizyczna w przebiegu cyklu menstruacyjnego*, Sport Wyczynowy 6-7, 1978.
- Jacobs I.Tesch P.A., Bar-Or O., Karlson J., Dotan R., *Lactate in human skeletal muscle after 10 and 30 s of supramaximal exercise*, Eur. J. Appl. Physiol. (1983) 55: 365-367.
- Liljedahl M.E., Holm I., Sylven C., Jansson E., *Different responses of skeletal muscle following sprint training in men and women*, Eur. J. Appl. Physiol. (1996) 74: 375-383.
- Lutosławska G., Sitkowski D., Krawczyk B., *Plasma inorganic phosphate, blood ph, lactate and standard base deficit in male and female kayakers following 40 s arm exercise*, Biology of Sport 3, 1996.
- Manowska B., *Zmiany hormonalne i metaboliczne u kobiet w dwóch fazach cyklu menstruacyjnego zmodyfikowane wysiłkiem fizycznym i dietą niskowęglowodanową* Praca doktorska AWF Katowice 1997.
- Obmiński Z., Stupnicki R., Borkowski L., Lerczak K., Błach W., *Effect of altitude training on glucocorticoid response to 30 s supramaximal exercise (Wingate test) in female judoists*, Biology of Sport 4, 1996.
- Pilis W., *Fizjologiczne i biochemiczne uwarunkowania oraz kryteria oceny wydolności beztlenowej człowieka*, Wyd. WSP Częstochowa 1989.



Pilis W., *Wpływ treningu siłowego na wydolność anaerobową oraz na reakcje układu krążenia i metabolizm węglowodanowy*, Wyd. WSP Częstochowa 1991.

Sykut M., *Ocena wydolności i sprawności fizycznej oraz analiza wyników sportowych zawodniczek w świetle cyklu menstruacyjnego*, WFiS 4, 1973.

Wyżnikiewicz Z., Papierowski Z., Surma H., *Wpływ cyklu menstruacyjnego na wyniki w testach siły, szybkości i wydolności*, WFiS 4, 1972.

### SUMMARY

Leon Rak, Ryszard Zarzeczny,  
Dorota Zarzeczna, Janusz Wojtyna,  
Dorota Rak

### EFFECTS OF THE MENSTRUAL CYCLE PHASE ON ANAEROBIC PERFORMANCE

The aim of this research project was to investigate the effect of the menstrual cycle phases on women anaerobic performance. In the investigations took participation 21 of women mean ( $\pm$ SD) age 22 + 2 years. Subjects performed three all-out ergocycle tests of the upper (KG) and lower (KD) limbs (separated by 24 h period) of maximal intensity lasting 30 s. The first one tentatively, the second one at the mid-follicular and the third one at mid-luteal points in the menstrual cycle (confirmed by basal body temperature records). During both upper and lower limbs tests total external work, maximal power, minimal power, mean power and fatigue index were determined. Arterial blood samples were taken from fingertips before and in the third and fifth minutes after the exercise.

Mean length ( $\pm$ SD) of menstrual cycle carried out 28 $\pm$ 2 days. Only the absolute and relative values of maximal anaerobic power of the upper limbs were significantly ( $p < 0,05$ ) higher at luteal in comparison to the follicular phase of the menstrual cycle. Resting and post exercise lactate (both KG and KD) were not different between tests performed at luteal and at follicular phases in the menstrual cycle. Differences in muscle fibers composition between upper and lower limbs and adrenergic activity at luteal phase might contribute to increase in maximal power at this menstrual phase but also the effect of teaching technique of upper limbs test could influenced of the data.