

*Ryszard Zarzeczny, Ewelina Smol, Dorota Zarzeczna,  
Ilona Pokora, Adam Staszkiwicz*

## **ZMIANY AKTYWNOŚCI RENINOWEJ OSOCZA PODCZAS WYSIŁKU DYNAMICZNEGO O WZRASTAJĄCEJ INTENSYWNOŚCI**

Wysiłek fizyczny o stopniowo wzrastającej intensywności zwiększa produkcję mleczanu w pracujących mięśniach i jego uwalnianie do krwi. Stężenie mleczanu we krwi podwyższa się powoli wraz z narastaniem intensywności wysiłku, a po przekroczeniu obciążenia, określanego jako próg przemian anaerobowych (PPA), jego stężenie gwałtownie wzrasta. W zakresie obciążeń progowych dochodzi także do nieliniowego wzrostu innych zmiennych fizjologicznych, takich jak wentylacja minutowa, produkcja CO<sub>2</sub>, współczynnik oddechowy, aktywność elektryczna mięśni [2, 9]. Występowaniu PPA towarzyszy również wzrost poziomu niektórych hormonów we krwi, np. amin katecholowych, hormonu adrenokortykotropowego (ACTH) czy hormonu wzrostu (HGH), a także wzrost aktywności reninowej osocza (PRA).

Jedną z wielu odpowiedzi ustroju na wysiłek fizyczny jest aktywacja układu renina-angiotensyna-aldosteron. Podczas wysiłku fizycznego różne czynniki, takie jak wzmożona utrata jonów sodowych, obniżenie objętości płynów ustrojowych i nerkowego przepływu krwi oraz współczulna aktywacja aparatu przykłębuszkowego, stymulują uwalnianie reniny [3]. Wysiłkowy wzrost aktywności reninowej osocza prowadzi do podwyższenia stężenia angiotensyny II i aldosteronu we krwi, a w konsekwencji do retencji jonów sodowych i wody w ustroju oraz wysiłkowej adaptacji ciśnienia tętniczego krwi [3, 10].

Celem tej pracy było prześledzenie zmian PRA podczas wysiłku o stopniowo narastającej intensywności i zbadanie ich współzależności w odniesieniu do występowania progu mleczanowego i wentylacyjnego.



## Material i metody

Badania przeprowadzono na 10 zdrowych mężczyznach, studentach AWF w wieku około 22 lat, masie ciała  $75.7 \pm 0.53$  kg i wysokości  $181.2 \pm 6.01$ m. Przed badaniami uzyskano zgodę Komisji Etycznej działającej przy Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach na ich przeprowadzenie. Po zapoznaniu się z warunkami doświadczeń, badani wykonywali wysiłek fizyczny o narastającej intensywności aż do osiągnięcia indywidualnie dobranego obciążenia maksymalnego. Obciążenia wysiłkowe zwiększano co 3 min o 30 W. Próba wysiłkowa była poprzedzona 6-ciodniową dietą. Przez pierwsze 3 dni badani spożywali dietę mieszaną o wartości energetycznej 3000 kcal/24h i dodawano sól kuchenną w ilości 120 mmol  $\text{Na}^+$  na dobę. Przez kolejne 3 dni badane osoby pozostawały na diecie beźmiesznej o podobnej wartości kalorycznej jak wcześniejsza dieta.

W celu określenia stężenia reniny od każdej osoby pobierano próbki krwi żyłnej o objętości 5 ml 30 minut przed rozpoczęciem wysiłku ( w pozycji leżącej) oraz w trakcie próby wysiłkowej w ostatniej minucie pracy przy obciążeniach: 60 W, 90 W, 180 W i 210 W. Aktywność reninową osocza określano radioimmunologicznie na podstawie ilości wytworzonej angiotensyny II [4,7].

Podczas wykonywania próby przy każdym obciążeniu oraz w spoczynku pobierano próbkę krwi z opuszki palca o objętości 0.05 ml w celu oznaczenia stężenia mleczanu i wyznaczenia progu mleczanowego. Stężenie mleczanu oznaczono spektrofotometrycznie przy zastosowaniu enzymatycznego testu (Boehringer, Mannheim, Niemcy). W spoczynku oraz przy każdym obciążeniu mierzono również wentylację minutową płuc, próg wentylacyjny wyznaczano posługując się metodą dwóch regresji dla wartości podwójnie zlogarytmowanych [2].

Wszystkie uzyskane wyniki przedstawiono jako średnie arytmetyczne i odchylenia standardowe i poddano opracowaniu statystycznemu wykorzystując test „t” Studenta dla cech powiązanych oraz współczynnik korelacji liniowej. Za istotne statystycznie przyjęto wartości, przy których  $p < 0.05$ .

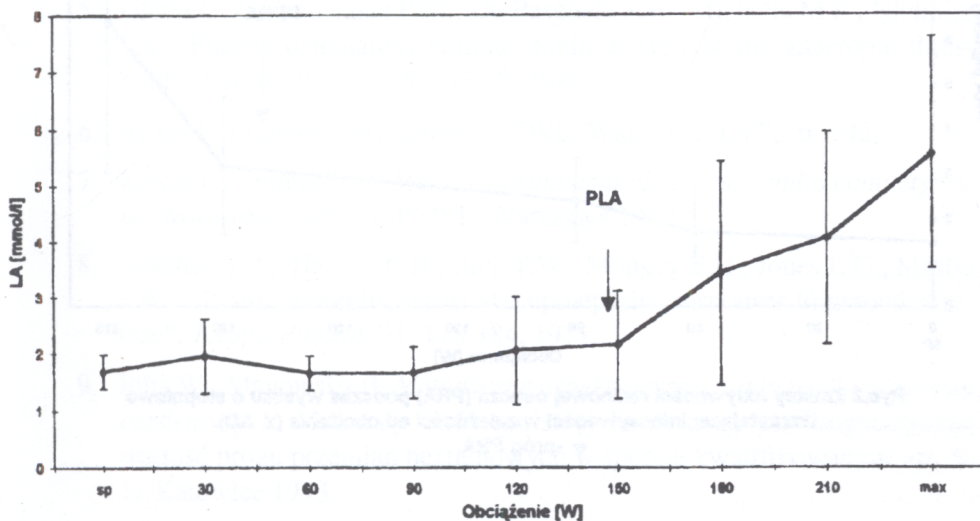
## Wyniki i dyskusja

Uzyskane przez nas wartości spoczynkowe PRA mieszczą się w granicach normy fizjologicznej, która dla ludzi w pozycji leżącej wynosi  $1.46 \pm 0.23$  ng/ml/h [6, 7]. Zastosowany w naszych badaniach wysiłek fizyczny spowodował znaczną stymulację uwalniania reniny, czego wyrazem jest 4-krotny wzrost wysiłkowej aktywności reninowej osocza w czasie wysiłku maksymalnego. PRA podwyższała się wraz z narastaniem intensywności wysiłku, osiągając w czasie maksymalnego obciążenia znacząco wyższe wartości w porównaniu do poziomu spoczynkowego (ryc.2). Wyniki te są zgodne z doniesieniami Kotchen i współ-



aut. [8], którzy wykazali istotne podwyższenie aktywności reninowej osocza w czasie wysiłków o intensywności 70-100%  $VO_{2max}$ .

Próg wentylacyjny w naszych badaniach został osiągnięty przy intensywności wysiłku  $138.5 \pm 19.50$  W, a próg mleczanowy  $146.8 \pm 23.36$  W. Stężenie mleczanu w punkcie progowym wynosiło  $2,79 \pm 0.96$  mmol/l (ryc. 1). Pomiędzy tymi progami występowała istotna współzależność ( $r=0,96$ ;  $p < 0,001$ ). Przebieg zmian stężenia mleczanu oraz PRA w porównaniu do przyrostu obciążeń był podobny, co znajduje potwierdzenie w badaniach Gleim i współaut. [5], jednak nie



Ryc.1 Zmiany stężenia mleczanu (LA) we krwi podczas wysiłku o stopniowo wzrastającej intensywności w zależności od obciążenia ( $\bar{x} \pm SD$ )

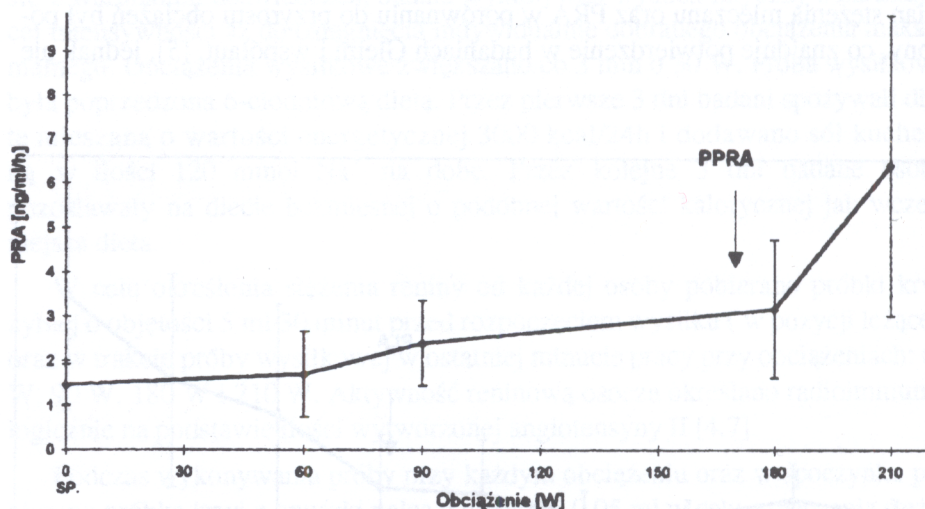
↓ - próg LA

stwierdziliśmy istotnej statystycznie współzależności między tymi zmiennymi. Progowy wzrost PRA wystąpił przy wyższej intensywności wysiłku ( $167.1 \pm 12.32$  W) (ryc. 2) niż próg mleczanowy (ryc. 1) i wentylacyjny.

Badania dotyczące czynników stymulujących uwalnianie reniny podczas wysiłków fizycznych, wskazują na szczególną rolę aktywacji współczulnej aparatu przykłębuszkowego, która jest niezależna od zmian ciśnienia tętniczego krwi, hemodynamiki nerek oraz wydalania jonów sodowych [1, 4, 11]. Tidgren i współaut. [11] w szczegółowych badaniach wykazali, że pobudzenie uwalniania reniny odbywa się dwiema drogami: poprzez zwiększone uwalnianie amin katecholowych do krwi oraz przez wzrost napięcia współczulnego unerwienia nerek [8, 11]. W licznych badaniach wykazano ścisłą zależność pomiędzy



stężeniem amin katecholowych we krwi, a stężeniem reniny oraz hamowaniem wysiłkowego wzrostu PRA przez blokery beta adrenoreceptorów [1, 11]. Można więc sądzić, że przyczyną gwałtownego wzrostu PRA po przekroczeniu progu mleczanowego i wentylacyjnego, jest nasilająca się wraz ze wzrostem intensywności wysiłku aktywność układu adrenergicznego.



Ryc.2 Zmiany aktywności reninowej osocza (PRA) podczas wysiłku o stopniowo wzrastającej intensywności w zależności od obciążenia (x SD).

▼ - próg PRA

Podsumowując należy stwierdzić, że w czasie wysiłku o narastającej intensywności PRA wzrasta progowo, a gwałtowny, nieliniowy wzrost stężenia tej zmiennej ma miejsce w zakresie wyższych obciążeń niż próg mleczanowy i wentylacyjny, chociaż pomiędzy progiem reninowym a pozostałymi dwoma zależnościami są nieistotne statystycznie.

## Bibliografia

1. Bozovic L., Castenfors J. „Effect of ganglionic blocking on plasma renin activity in exercising and pain stressed rats”, *Acta Physiol. Scand.*, 70: 290-292, 1967.



2. Beaver W.L., Wasserman K. and Whipp B.J. „Improved detection of lactate threshold during exercise using a log-log transformation., *J. Appl. Physiol.*.. 59:1936-1940, 1985.
3. Convertino V.A., Keil L.C., Bernauer E.M., Greenleaf J.E. „Plasma volume, osmolality, vasopressin and renin activity during graded exercise in man”, *J. Appl. Physiol.*, 50: 123-188, 1981.
4. Fagard R., Lijnen P., Amery A. „Effect of angiotensin II on arterial pressure, renin and aldosterone during exercise”. *Eur. J. Appl. Physiol., Occup. Physiol.*, 54: 254-261, 1985.
5. Gleim G.W., Zabetakis P.M., De Pasquale Z.E., Michelis M.F., Nicholas J.A. „Plasma osmolality, volume, renin activity at the anaerobic threshold”, *J. Appl. Physiol.*, 56: 57-63, 1987.
6. Kokot F. *Choroby wewnętrzne*, PZWL, Warszawa 1987, str. 842.
7. Kokot F., Stupnicki R. *Metody radioimmunologiczne i radio kompetycyjne stosowane w klinice*, PZWL, Warszawa 1979.
8. Kotchen T.A., Hartley L.H., Rice T.W., Mongey E.H., Jones L.G., Mason J.W. „Renin, norepinephrine and epinephrine responses to graded exercise”, *J Appl. Physiol.* 31: 178-184, 1971.
9. Pilis W., Manowska B. *Metodyczne aspekty wyznaczania progu przemian beztlenowych*. Materiały ogólnopolskiej konferencji pt. Prognostyczna wartość progu przemian beztlenowych w sporcie kwalifikowanym. str. 5-11 Katowice 1993.
10. Staessen J., Fagard R., Hespel P., Lijnen P., Vanhees L., Amery A. „Plasma renin system during exercise in normal men”, *J. Appl. Physiol.* 63: 188-194, 1987.
11. Tidgren B., Hyemdaahl P., Theodorsson E., Nusseberger J. „Renal neurohormonal and vascular responses to dynamic exercise in human”, *J. Appl. Physiol.*, 70: 2279-2296, 1991.



## SUMMARY

R.Zarzewny, E.Smol, D.Zarzewna, J.Pokora, A.Stankiewicz

**CHANGES IN RENINE ACTIVITY OF BLOOD PLASMA DURING DYNAMIC,  
GRADUALLY INCREASED EXERCISE**

Investigation was carried out in order to find out whether a change in renine activity of blood plasma during gradually increased exercise is of exponential character. During the investigation 10 healthy men performed an exercise test of minimum load, gradually increased to the maximum. The load was increased every 30 W. Blood was taken after every workload intensity level in order to determine concentration of the lactate, minute pulmonary volume and minute secretion of carbon dioxide.

Blod samples used for determining renine activity of the plasma were taken only at the time of relaxation and at loads of 60 W, 90 W, 180 W and 210 W.

The test exercise used in our investigation resulted in threshold increase of renine activity of plasma. At maximum load it reached 4-fold increase in comparison to its values before the exercise. The renine threshold occurred at the workload of  $167,1 \pm 12,32$  W, the lactate threshold at  $146,8 \pm 23,36$  W and the ventilation threshold at workload of  $138,5 \pm 19,50$  W. The analysis of mutual correlation revealed only one important correlation coefficient between the lactate and ventilation thresholds ( $r = 0,96$ ,  $p < 0,001$ ).

BG WSP



234135

