

# Stężenie wybranych czynników regulujących gospodarke wapniowo-fosforanową u dziewczynek ze skoliozą idiopatyczną

## Concentration of Selected Regulators of Calcium-Phosphate Balance in Girls with Idiopathic Scoliosis

Aleksandra Kulis<sup>(A,B,C,D,E,F,G)</sup>, Jerzy Jaśkiewicz<sup>(A,D,E)</sup>

Zakład Fizykoterapii, AWF, Kraków  
Division of Physiotherapy, University School of Physical Education, Kraków

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Skolioza idiopatyczna jest jedną z najczęściej spotykanych w praktyce ortopedycznej deformacji kręgosłupa. Wiedza o epidemiologii i etiologii tego schorzenia jest wciąż niewystarczająca. Autorzy podjęli próbę analizy kolejnego możliwego czynnika wpływającego na powstanie i progresję skoliozy.

**Material i metody.** Badaniami objęto 109 dziewczynek. W grupie tej było 50 dziewczynek ze skoliozą idiopatyczną (grupa A) w wieku 11-14 lat oraz 59 zdrowych (grupa B) w tym samym wieku. Wielkość skrzywienia w dniu badania wynosiła średnio 310±110 (min.=100, max.=600). Wielkość ta oceniana była metodą Cobba. W badanej grupie 45 dziewczynek jeszcze nie miesiączkowało, natomiast 64 było po pierwszej menstruacji.

**Wyniki.** Analiza uzyskanych wyników wykazała, że poziom estradiolu u dziewczynek zdrowych jest wyraźnie wyższy niż u dziewczynek ze skoliozą idiopatyczną. Przeprowadzone testy statystyczne wykazały wystąpienie różnic istotnych statystycznie pomiędzy wynikami dziewczynek zdrowych i chorych. Podobnie jak w przypadku estradiolu, wyniki poziomu parathormonu u dziewczynek zdrowych były znacząco wyższe w porównaniu do chorych rówieśniczek. Przeprowadzone analizy wykazały wystąpienie różnic istotnych statystycznie. Analiza wyników stężenia jonów wapniowych wykazała brak różnic istotnych statystycznie pomiędzy grupami dziewczynek zdrowych i chorych.

**Wnioski.** 1. W grupie badanych dzieci ze skoliozą poziomy estradiolu i parathormonu były wyższe niż w grupie dzieci zdrowych. 2. Obserwowane zaburzenia wydzielania hormonów stwarza układ metaboliczny podobny do obserwowanego u kobiet w okresie pomenopauzalnym, u których występuje aktywna destrukcja tkanki kostnej.

**Słowa kluczowe:** skolioza idiopatyczna, hormony, wapń, kości, dzieci

### SUMMARY

**Background.** Idiopathic scoliosis is one of the most frequent spinal deformities diagnosed by orthopaedists. Our knowledge about the epidemiology and aetiology of this disease is still not broad enough. This paper analyses yet another factor that may influence the onset and progress of scoliosis.

**Material and methods.** The study involved 109 girls, including 50 girls aged between 11 and 14 years with idiopathic scoliosis (Group A), and 59 healthy girls of the same age (Group B). The average degree of the curvature on the day of the examination was 310±110 (min.=100, max.=600). The curvature was measured according to Cobb's method. There were 45 pre-menarche and 64 post-menarche girls in the group.

**Results.** Oestradiol levels in healthy girls were significantly higher than in girls with idiopathic scoliosis. There were significant differences between the healthy and scoliotic girls. Parathormone levels were also significantly higher in healthy girls than in scoliotic ones of the same age. Analyses showed statistically significant differences. The analysis of the calcium ion concentration did not show statistically significant differences between the groups of healthy and scoliotic girls.

**Conclusion.** 1. Children with scoliosis have decreased oestradiol and parathormone levels compared to their healthy counterparts. 2. The disorders of hormone secretion observed in the girls result in a metabolic system similar to that observed in postmenopausal women, in whom there is active destruction of bone tissue.

**Key words:** idiopathic scoliosis, hormones, calcium, bones, children

## WSTĘP

Rosnąca liczba wad postawy ciała wynika między innymi z siedzącego trybu życia i zmniejszenia aktywności ruchowej dzieci i młodzieży. Pomimo ciągłego doskonalenia metod diagnostycznych i korekcyjnych, dotychczas nie udało się zmienić narastającego trendu. Jedną z najczęstszych wad postawy jest skolioza [1]. Nieznany wciąż czynnik etiologiczny oraz niecałkowicie wyjaśniona patomechanika rozwoju skoliozy, określanej jako idiopatyczna, pozostaje poważnym problemem. Ze względu na długotrwałe leczenie i często niezadowalające rezultaty choroba ta wciąż stanowi przedmiot zainteresowania ortopedów, pediatrów i specjalistów rehabilitacji.

Zagadnienie etiologii i patogenezы bocznych skrzywień kręgosłupa jest problemem nurtującym badaczy od wielu lat [2,3,4]. W ostatnim czasie publikowano liczne prace, w których wprawdzie nie wyjaśniono problemu etiologii skolioz, ale podano istotne podstawy do kierunku poszukiwań czynników sprawczych. Aktualnie istnieje bardzo wiele hipotez, jednakże żadna z nich nie wyjaśnia patogenezы wszystkich rozpoznanych postaci skolioz [5,6,7].

Dostępna powszechnie bardzo bogata literatura dotycząca osteoporozy pomenopauzalnej jednoznacznie wskazuje na istotną rolę jaką pełni zmniejszenie stężenia hormonów płciowych w rozwoju tej choroby [8, 9,10]. Zmiany te prowadzą do zaburzenia gospodarki wapniowo-fosforanowej oraz do odwapnienia kości. W osteoporozie niewątpliwą rolę odgrywają estrogeny. Ten punkt widzenia można przenieść na okres dojrzewania płciowego u dziewcząt. W okresie przed i w terminie menarche występują istotne zmiany w wydzielaniu hormonów płciowych, a szczególnie estradiolu [11]. Postawiono więc hipotezę badawczą, czy skoliozie idiopatycznej (podobnie jak osteoporozie) może towarzyszyć istotne zaburzenie gospodarki wapniowo-fosforanowej? Czy zaburzenie wydzielania hormonów płciowych u dziewczynek w trakcie dojrzewania płciowego może zapoczątkować zmiany w gospodarce wapniowo-fosforanowej prowadzące do wystąpienia i progresji skoliozy?

## MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto 109 dziewczynek. W grupie tej było 50 dziewczynek ze skoliozą idiopatyczną w wieku 11-14 lat oraz 59 zdrowych dziewczynek w tym samym wieku.

W Tabeli 1 przedstawiono liczebność tych grup z uwzględnieniem podziału na wiek. Rozpoznanie boczego skrzywienia kręgosłupa nastąpiło w wieku 4-14 lat. U 11 dziewczynek stwierdzono pojedyncze skrzywienie piersiowe, u 8 pojedyncze piersiowo-lę-

## BACKGROUND

The increasing incidence of postural defects results, among others, from a sedentary lifestyle and reduced physical activity of children and adolescents. Despite constant improvement in diagnostic and corrective methods, this increasing tendency is yet to be averted. Scoliosis is one of the most frequently observed spinal deformities [1]. The still unknown aetiological factor and only partially elucidated pathomechanism of the progression of what is referred to as idiopathic scoliosis remain a serious problem. Due to the prolonged treatment and often unsatisfactory treatment outcomes, scoliosis continues to be an object of interest of orthopaedists, paediatricians and physiatrists.

The aetiology and pathogenesis of lateral spinal curvatures has perplexed researchers for many years [2,3,4]. Numerous papers published recently, while they did not fully elucidate the aetiology of scoliosis, did determine essential directions for the search of causative agents. None of the many hypotheses existing at present explains the pathogenesis of every known type of scoliosis [5,6,7].

The readily available and very abundant literature on postmenopausal osteoporosis unequivocally indicates the essential role of decreased sex hormone concentration in the development of the disease [8,9, 10]. Those changes lead to disorders of calcium-phosphate balance and decalcification of bone. Oestrogens undoubtedly play a significant role in osteoporosis. This point of view may also be transferred to the period of sexual maturation in girls. Prior to and at menarche, there are significant changes in the secretion of sex hormones, especially oestradiol [11]. Therefore, we put forward the research question whether idiopathic scoliosis (similarly to osteoporosis) can be associated with a significant derangement of the calcium-phosphate balance? Can abnormal sex hormone secretion in adolescent girls underlie changes in the calcium-phosphate balance leading to the onset and progression of scoliosis?

## MATERIAL AND METHODS

The study involved 109 girls, including 50 girls aged between 11 and 14 years with idiopathic scoliosis (Group A), and 59 healthy girls of the same age (Group B). The number of patients in the study groups with regard to age groups is presented in Table 1. Scoliosis had been diagnosed between the age of 4 and 14. Eleven girls were diagnosed with a single thoracic curve, 8 girls with a single thoracolumbar curve, and another 32 with a double thora-

Tab. 1. Liczebności grup badanych z uwzględnieniem podziału na wiek

Tab. 1. Number of girls in subgroups with regard to age

Wiek/Age (w latach)/ (in years)	Grupa A/Group A (liczba dzieci)/ (number of girls)	Grupa B/Group B (liczba dzieci)/ (number of girls)
11	9	8
12	14	5
13	15	25
14	12	21
RAZEM/TOTAL	50	59

dźwiowe, u 32 podwójne piersiowo-lędźwiowe. Wielkość skrzywienia w dniu badania wynosiła średnio  $310 \pm 110$  (min.=100, max.=600). Wielkość ta oceniana była metodą Cobb'a. Wszystkie dzieci z rozpoznaną skoliozą idiopatyczną miały zlecony i opracowany zestaw ćwiczeń. 29 dziewczynek z tej grupy nosiło gorset. W badanej grupie 45 dziewczynek było przed menarcho, natomiast 64 po menarcho.

Dziewczynki z rozpoznaną skoliozą idiopatyczną kierowane były do Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Zakopanem przez lekarzy podstawowej opieki medycznej na konsultacje specjalistyczne. Dzieci zdrowe kwalifikowane były do badań przez lekarza rodzinnego. Dla potrzeb badań wykorzystywano te ilości surowicy krwi, która pozostała po wykonaniu podstawowych badań diagnostycznych.

columbar curve. The mean degree of curvature measured according to Cobb's method on the day of the examination was  $31^\circ \pm 11^\circ$  (min.= $10^\circ$ , max.= $60^\circ$ ). All girls with diagnosed idiopathic scoliosis had a specially designed set of exercises prescribed for them, with 29 girls wearing a brace. There were 45 pre-menarcho and 64 post-menarcho girls in the group.

The girls with diagnosed idiopathic scoliosis were referred to the Medical University Teaching Hospital in Zakopane for consultation by general practitioners. The healthy girls were enrolled by family doctors. Unused serum samples from laboratory studies ordered by general practitioners was used in the study. The samples were frozen at  $-20^\circ\text{C}$  and then transported in appropriate freezers to Kraków, where laboratory studies were performed.

The first menstrual cycles are irregular and often anovulatory. Complete and regular cycles start 2-3 years after menarcho. Due to the variability of adolescence, it was difficult to determine the phase of menstrual cycle in the girls from the study group. This high variability made it impossible for the authors to draw all samples during the same phase. Therefore, we relied on comparative determinations in pre- and post-menarcho girls of the same age.

The hormone studies were performed in the Centre for Preventive Medicine in Cracow (address: ul. Komorowskiego 12). Roche's Elecsys 1010 analyser was used together with sets manufactured by Roche. Hormone levels were assayed by electrochemical luminescence method (ECL).  $\text{Ca}^{2+}$  levels were assayed with Roche's Hitachi 917 analyser.

## WYNIKI

### Estradiol

Analiza poziomu estradiolu wykazała wystąpienie różnic istotnych statystycznie pomiędzy wynikami uzyskanymi u dziewczynek zdrowych i chorych niemiesiączkujących ( $p=0,00029$ ). Średnie wartości stężenia estradiolu przedstawiono graficznie z uwzględ-

## RESULTS

### Oestradiol

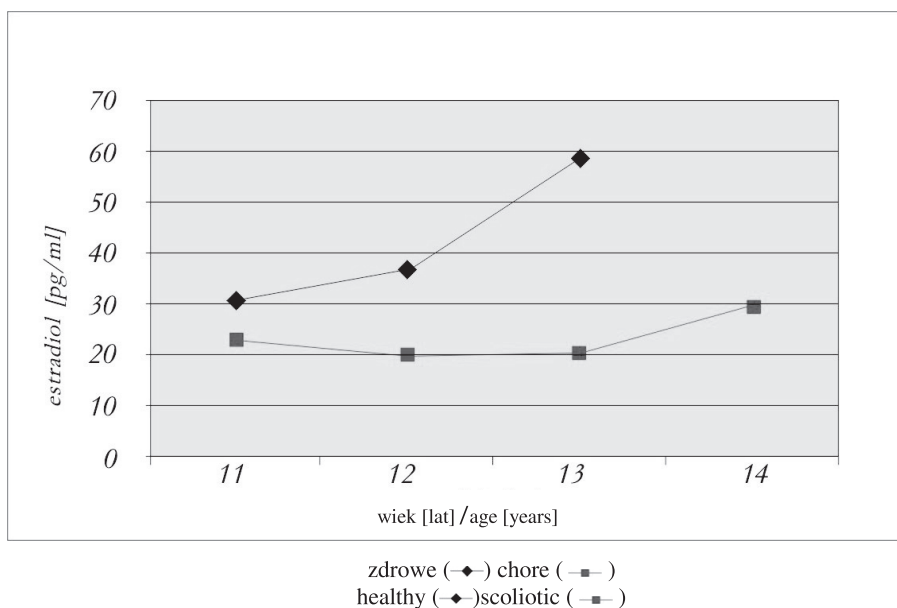
The analysis of oestradiol levels showed statistically significant differences between pre-menarcho healthy and scoliotic girls ( $p=0.00029$ ). The mean oestradiol concentrations are presented with regard to age groups in Figure 1, showing distinctly higher

nieniem podziału na grupy wiekowe. Na wykresie tym (Ryc. 1) można zaobserwować wyraźny wyższy poziom estradiolu u dziewczynek zdrowych. Nieznaczono średniego poziomu estradiolu dla dzieci zdrowych 14-letnich, gdyż wszystkie badane dziewczynki zdrowe miały już miesiączkę w tym wieku.

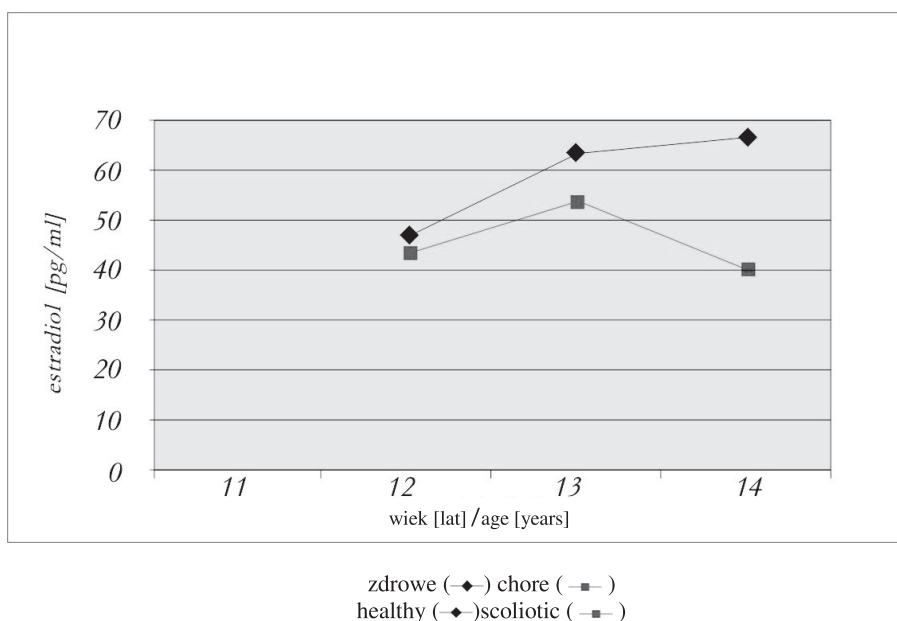
Przeprowadzone analizy wykazały wystąpienie różnic istotnych statystycznie ( $p = 0,0078$ ) w pozio-

oestradiol levels in healthy girls. The mean oestradiol levels in 14-year-old healthy girls are not marked, since all examined healthy girls of this age were post-menarche.

The analyses revealed statistically significant differences in oestradiol levels between post-menarche healthy and scoliotic girls ( $p=0.0078$ ). Figure 2 presents mean oestradiol levels in both groups with re-



Ryc. 1. Wykres średnich poziomów stężenia estradiolu u dziewczynek niemiesiączkujących zdrowych i chorych  
 Fig. 1. Mean oestradiol concentration in pre-menarche healthy and scoliotic girls



Ryc. 2. Wykres średnich poziomów stężenia estradiolu u dziewczynek miesiączkujących zdrowych i chorych  
 Fig. 2. Mean oestradiol concentration in post-menarche healthy and scoliotic girls

mie estradiolu u dziewczynek zdrowych i chorych miesiączkujących. Na Ryc. 2 pokazano wykresy średnich wartości estradiolu w obu grupach w zależności od wieku. Nie podano wyników dla dzieci 11-letnich, gdyż żadna z dziewczynek w tym wieku nie miała menstruacji. Podobnie jak u dziewczynek niemiesiączkujących, poziom badanego hormonu jest wyższy u dzieci zdrowych.

### Parathormon

Otrzymane wyniki przeprowadzonych analiz potwierdziły wystąpienie różnic istotnych statystycznie ( $p=0,0012$ ) pomiędzy średnim stężeniem PTH u dziewczynek zdrowych i chorych przed menarche. Ryc. 3 przedstawia poziom badanego hormonu z uwzględnieniem podziału na grupy wiekowe. W grupie dziewczynek niemiesiączkujących stężenie PTH u dziewczynek zdrowych było wyższe od obserwowanego u chorych rówieśniczek.

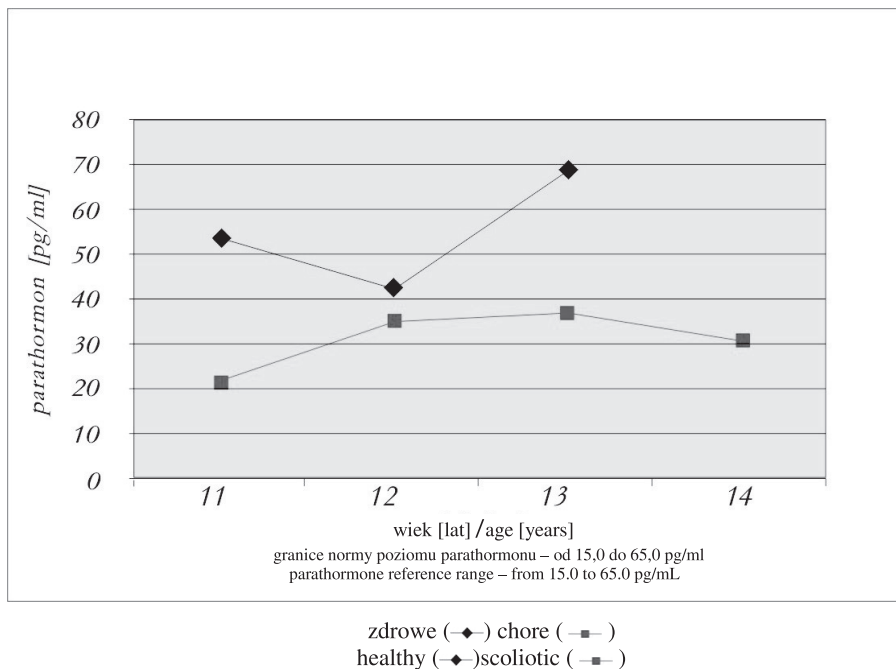
Ocena wartości prawdopodobieństwa testowego  $p$  ( $p=0,00004$ ) wykazała wystąpienie różnic istotnych statystycznie pomiędzy średnim poziomem oznaczonego hormonu dla dziewczynek zdrowych i chorych miesiączkujących. Analogicznie jak w przypadku badań poprzednich, wykonano wykresy średnich stężeń parathormonu z podziałem na grupy wiekowe (Ryc. 4). Obserwowane średnie stężenie PTH jest znacząco wyższe u dziewczynek zdrowych, niezależnie od wieku.

gard to age. The results for 11-year-old girls are not marked, since none of the girls of this age was post-menarche. Similarly to pre-menarche girls, the levels of the hormone were higher in healthy children.

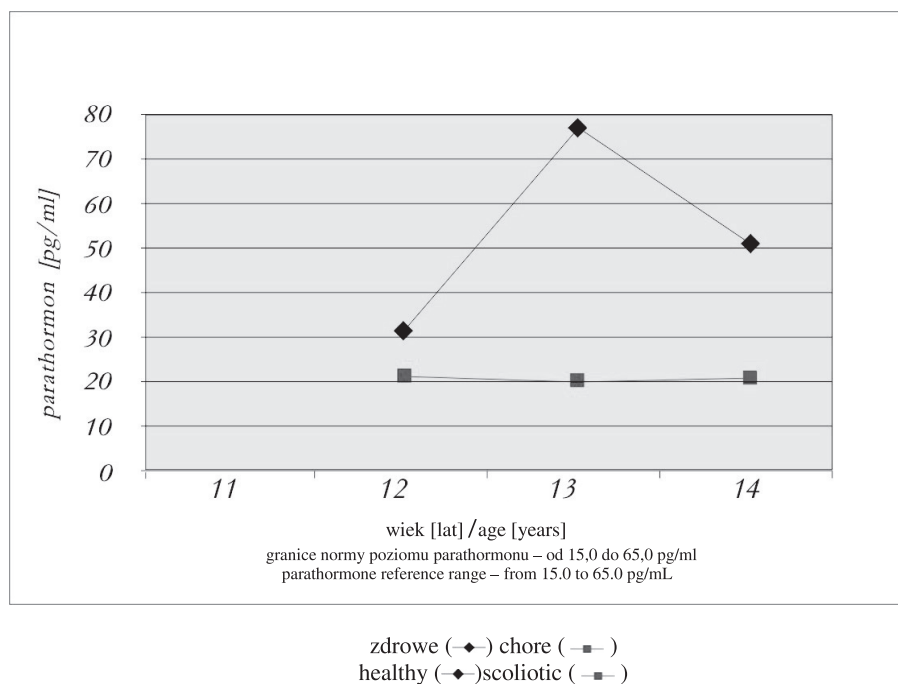
### Parathormone

The analyses confirmed statistically significant differences ( $p=0.0012$ ) in mean PTH concentrations between pre-menarche healthy and scoliotic girls. Figure 3 presents levels of the hormone with regard to age groups. In the group of pre-menarche girls, PTH concentrations were higher in healthy girls than in scoliotic girls of the same age.

The  $p$ -value ( $p=0.00004$ ) showed statistically significant differences between mean levels of the hormone in post-menarche healthy and scoliotic girls. Similarly to the previous studies, mean parathormone concentrations are presented with regard to age groups (Figure 4). The observed mean PTH concentrations were significantly higher in healthy girls regardless of age.



Rys. 3. Wykres średnich poziomów stężenia parathormonu u dziewczynek niemiesiączkujących zdrowych i chorych  
Fig. 3. Mean parathormone concentration in pre-menarche healthy and scoliotic girls



Ryc. 4. Wykres średnich poziomów stężenia parathormonu u dziewczynek miesiączkujących zdrowych i chorych  
Fig. 4. Mean parathormone concentration in post-menarche healthy and scoliotic girls

### Wapń

Jako trzeci czynnik wpływający na gospodarkę wapniowo-fosforanową analizowano poziom jonów wapniowych. Przeprowadzona analiza wykazała brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy średnią wartością omawianego parametru dla grup dziewczynek zdrowych i chorych niemiesiączkujących ( $p=0,95$ ) i miesiączkujących ( $p=0,22$ ). Obie wyliczone wartości prawdopodobieństw testowych  $p$  są znacznie większe od przyjętego poziomu  $0,05$ . Na Ryc. 5 i 6 przedstawiono rozkład średniego stężenia jonów wapniowych z uwzględnieniem podziału badanej populacji na grupy wiekowe. U wszystkich dziewczynek stężenie tego pierwiastka mieściło się w granicach uznanych za wartości prawidłowe.

### DYSKUSJA

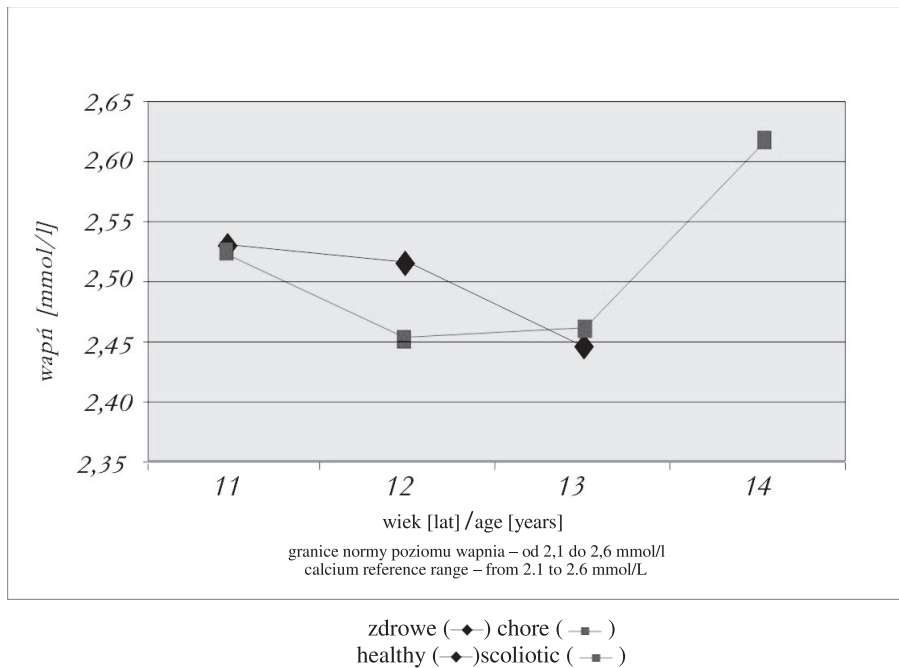
Wśród badanych dzieci zdrowych część w wieku 11-14 lat była w okresie przed menarche. Druga grupa dzieci zdrowych w tym samym wieku już osiągnęła stan dojrzałości płciowej manifestujący się kolejnymi miesiączkami. W obu jednak grupach stężenie estradiolu było znamienne wyższe niż w grupach dzieci chorych jeszcze niemiesiączkujących i już dojrzałych płciowo. Poziom estradiolu u dziewczynek przed menarche był w grupie ze skoliozą dwukrotnie niższy niż u ich zdrowych rówieśniczek będących w tym samym okresie rozwoju płciowego. Także

### Calcium

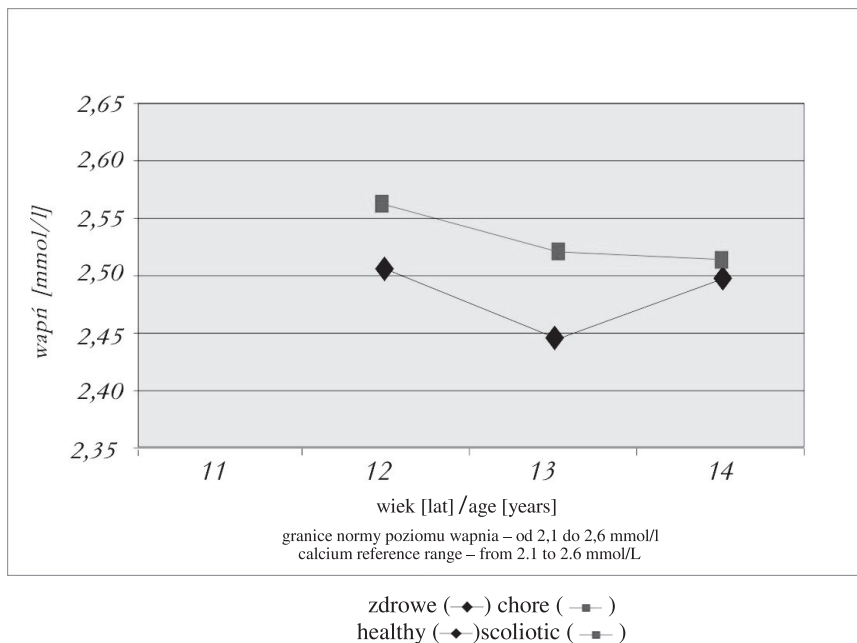
Levels of ionised calcium were analysed as the third factor influencing the calcium-phosphate balance. The analysis showed no statistically significant differences in the mean values of this parameter between healthy and scoliotic pre- ( $p=0.95$ ) and post-menarche girls ( $p=0.22$ ). Both  $p$ -values are considerably higher than the accepted level of  $0.05$ . Figures 5 and 6 present the distribution of mean calcium ion concentrations with regard to age groups. Calcium concentrations in all girls were within normal limits.

### DISCUSSION

Of the healthy girls aged between 11 and 14, half were pre-menarche, with the other half already sexually mature, as manifested by repeated menses. However, oestradiol concentrations in both subgroups were significantly higher than in pre- and post-menarche scoliotic children. Oestradiol levels in pre-menarche scoliotic girls were twofold lower than in their healthy pre-menarche counterparts. Likewise, in post-menarche girls, significantly lowered levels of oestradiol were observed in scoliotic girls. The above findings appear to indicate that oestrogen



Ryc. 5. Wykres średnich poziomów stężenia wapnia u dziewczynek niemiesiączkujących zdrowych i chorych  
 Fig. 5. Mean calcium concentration in pre-menarche healthy and scoliotic girls



Ryc. 6. Wykres średnich poziomów stężenia wapnia u dziewczynek miesiączkujących zdrowych i chorych  
 Fig. 6. Mean calcium concentration in post-menarche healthy and scoliotic girls

wśród dzieci miesiączkujących stwierdzono znacznie niższy poziom estradiolu u dziewcząt ze skoliozą. Biorąc pod uwagę powyższe obserwacje, można sądzić, że wydzielanie estrogenów przebiega odmiennie u dzieci z obu grup (zdrowych i chorych).

secretion patterns are different in children from both groups (healthy and scoliotic). Lower oestradiol levels in the girls with scoliosis suggest that the reduced hormone concentration may be the cause of curvature progression. Lower oestradiol levels may

Niższy poziom estradiolu u dzieci ze skoliozą pozwala przypuszczać, że obniżenie stężenia tego hormonu może leżeć u podstaw rozwijającego się skrzywienia. Obniżenie poziomu estradiolu może prowadzić do zaburzenia regulacji aktywności osteoblastów i osteoklastów [12,13,14]. Zmniejszone stężenie badanego hormonu jest znanym czynnikiem pobudzającym działanie osteoklastów, które nasila lizę hydroksyapatytów osteoidu [15]. Powstająca w następstwie hiperkalcemia jest bodźcem ograniczającym wydzielanie parathormonu. Z kolei niedobór PTH we krwi skutkuje ograniczeniem syntezy witaminy D3 pobudzającej między innymi wchłanianie jonów  $\text{Ca}^{2+}$  z przewodu pokarmowego [16]. Powstaje zatem błędne koło, w którym ulega nasileniu liza macierzy kostnej, wydzielanie PTH i synteza witaminy D3 są ograniczone przy równoczesnym spadku wchłaniania jonów  $\text{Ca}^{2+}$ . Prawdopodobnie patomechanizm ten może prowadzić do rozwoju skoliozy idiopatycznej wieku dojrzewania u dziewcząt.

Przedstawiona powyżej koncepcja dotycząca zaburzeń funkcji tkanki kostnej, które są wywołane obniżeniem poziomu estradiolu znajduje potwierdzenie w oznaczonych stężeniach PTH we krwi. U dzieci zdrowych przed i po menarce poziom tego hormonu był dwukrotnie wyższy niż u dzieci chorych.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że stężenie estradiolu i PTH u dzieci chorych było znacznie niższe od oznaczonego u dzieci zdrowych. Natomiast stężenie jonów  $\text{Ca}^{2+}$  w obu grupach było w granicach normy fizjologicznej. Wyniki te można tłumaczyć występowaniem odmiennych mechanizmów regulujących poziom jonów wapniowych w surowicy krwi [17]. Wiadomo, że obok działania PTH i witaminy D3 dobowy obrót wapnia zależy też od podaży w diecie tego minerału oraz wydalania jonów  $\text{Ca}^{2+}$  przez nerki [18]. Mechanizm adaptacyjny regulujący poziom wapnia w surowicy krwi jest procesem w znacznym stopniu autonomicznym w stosunku do funkcji estradiolu i parathormonu. Ten fakt wydaje się prawdopodobny, zważywszy na rolę jonów  $\text{Ca}^{2+}$  dla przemian metabolicznych w organizmie człowieka.

Koncepcja nieprawidłowego wydzielania estradiolu i parathormonu może wskazywać na nowy model diagnostyczny, który występuje u dziewczynek. Wydaje się możliwe, że wykazane obecnie zależności pomiędzy poziomem estradiolu a aktywnością PTH mogą stanowić model diagnostyczny, a w konsekwencji wskazywać na wybór terapii.

Ograniczenie wydzielania estradiolu, a także PTH powoduje zmniejszenie syntezy witaminy D3. Być może u tych dzieci należałoby obok już wykonanych badań oznaczyć także poziom witaminy D3. Nie badano dotychczas dokładnie założenia, że proces roz-

lead to impaired regulation of the activity of osteoblasts and osteoclasts [8,12,13]. A reduced concentration of the hormone is a known factor stimulating the activity of osteoclasts, which intensifies the lysis of osteoid hydroxyapatite [14]. The resultant hypercalcaemia is a stimulus limiting parathormone secretion. Moreover, low blood PTH levels result in reduced synthesis of vitamin D3, which stimulates, among others, the absorption of  $\text{Ca}^{2+}$  ions from the digestive system [15]. This leads to a vicious circle, in which lysis of the bone matrix is intensified whereas PTH secretion and vitamin D3 synthesis are reduced with a simultaneous decrease in  $\text{Ca}^{2+}$  absorption. This pathomechanism may probably lead to adolescent idiopathic scoliosis in girls.

The above-presented concept of osseous tissue dysfunction caused by decreased oestradiol levels is confirmed by blood PTH measurements in this study. The level of the hormone was twofold higher in pre- and post-menarche healthy girls than in their scoliotic counterparts.

On the basis of these results, a conclusion was drawn that the concentrations of oestradiol and PTH in scoliotic children were considerably lower than those in their healthy counterparts. At the same time,  $\text{Ca}^{2+}$  levels were within normal physiological ranges in both groups. The results may be attributable to different mechanisms regulating the level of serum calcium ions [16]. It is known that 24-hour calcium turnover depends not only on the activity of PTH and vitamin D3, but also on the dietary intake of this mineral as well as the renal excretion of  $\text{Ca}^{2+}$  ions [17]. The adaptive mechanism of serum calcium regulation is to a large extent independent of oestradiol and parathormone effects. This seems probable considering the importance of  $\text{Ca}^{2+}$  ions in human metabolism.

The concept of abnormal oestradiol and parathormone secretion may indicate a new diagnostic model in girls. It appears possible that the correlations between oestradiol levels and PTH activity demonstrated in this study may constitute a diagnostic model, and consequently indicate the choice of a treatment.

Limiting oestradiol and PTH secretion down-regulates vitamin D3 synthesis. Perhaps, vitamin D3 levels should be determined in the study population along with the other assays. The assumption that scoliosis progression may be determined by impaired calcification of the spinal bones has not been thoroughly investigated. It is known that ossification is a multistage process regulated by the activity of the pituitary and parathyroid hormones. Sex hormones, including oestrogens, play a vital role in the development of ossification. According to the study hypo-



woju skoliozy może być uwarunkowany zaburzoną uwapnieniem kości kręgosłupa. Wiadomo, że kostnienie to wieloetapowy proces, regulowany działaniem hormonów przysadki oraz przytarczyc. Szczególne znaczenie dla rozwoju procesu kostnienia mają hormony płciowe, a wśród nich estrogeny. Według założonej w pracy hipotezy właśnie nieprawidłowości w wydzielaniu estradiolu mogą być podłożem rozwoju zmian w strukturze kości prowadzących ostatecznie do deformacji. Można przyjąć, że jest to stan zbliżony do okresu pomenopauzalnego u kobiet. Dotychczas nie badano dokładnie korelacji pomiędzy zaburzeniami budowy kręgosłupa a stężeniem estradiolu u dziewczynek w wieku przed- i popokwitaniowym. Uzyskane wyniki w tym zakresie potwierdziły słuszność założenia, że poziom tego hormonu może być traktowany jako jeden z wykładników w etiologii skoliozy.

Na podstawie otrzymanych wyników można podjąć próbę wyjaśnienia skomplikowanego patomechanizmu skoliozy idiopatycznej, którego punktem wyjściowym jest obniżony poziom estradiolu. Przyczyny tego stanu rzeczy na obecnym etapie badań nie są jasne. Wydzielanie estradiolu jest pobudzane działaniem FSH syntetyzowanego w przednim płacie przysadki mózgowej. Ten hormon jest uaktywniany poprzez czynniki uwalniające z podwzgórza. Obserwowany niższy poziom estradiolu u dziewczynek ze skoliozą idiopatyczną dowodzi albo zbyt małej syntezy lub też ograniczonej stymulacji tego procesu. Przyjmując koncepcję estrogenową w wyjaśnianiu mechanizmów skoliozy należy podkreślić konieczność dalszych badań w celu uściślenia funkcji innych czynników regulacji hormonalnej. Z tego punktu widzenia przedstawione obecnie wyniki należy traktować jako ważny etap wskazujący kierunki dla kolejnych badań.

## WNIOSKI

1. W grupie badanych dzieci ze skoliozą poziom estradiolu i parathormonu były wyższe niż w grupie dzieci zdrowych.
2. Obserwowane zaburzenia wydzielania hormonów stwarza układ metaboliczny podobny do obserwowanego u kobiet w okresie pomenopauzalnym, u których występuje aktywna destrukcja tkanki kostnej.

## PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Ahn UM, Ahn NU, Nallamsetty L, Buchowski JM, Rose PS, Miller NH, Kostuik JP, Sponseller PD. The etiology of adolescent idiopathic scoliosis, *AM J Orthop* 2002, 31: 387–395
2. Miller NH. Cause and natural history of AIS, *Orthop Clin North Am* 1999, 30: 343–352
3. Roach JW. Adolescent idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1999, 30: 353–365
4. Lowe TG, Edgar M, Margulies JY, Miller NH, Raso VJ, Reiner KA, Rivard C.-H. Etiology of idiopathic scoliosis: current trends in research, *J Bone Joint. Surg.* 2000, 82A: 1157–1168

thesis, disorders of oestradiol secretion may constitute a basis for the development of structural changes in bone, which eventually lead to deformities. It may be assumed that this state is similar to the postmenopausal period in women. Correlations between spinal deformities and oestradiol concentrations in pre- and post-menarche girls have not been thoroughly studied to date. The relevant results obtained in this study confirmed the assumption that levels of this hormone may be regarded as an exponent of scoliosis aetiology.

On the basis of this study, it is possible to attempt to explain the complex pathomechanism of idiopathic scoliosis stemming from decreased oestradiol levels. The reasons for this are not clear at this stage of the research. Oestradiol secretion is stimulated by the activity of FSH, which is synthesized in the anterior pituitary. The hormone is activated by hypothalamic hormone-releasing factors. The observed lower oestradiol levels in girls with idiopathic scoliosis imply either too little synthesis or limited stimulation of this process. Furthermore, with regard to the oestrogen concept in explaining the mechanisms of scoliosis, it should be emphasised that further studies are needed to specify the function of other hormone-regulating factors. From this point of view, the present results should be treated as a vital stage indicating directions for further studies.

## CONCLUSIONS

1. Children with scoliosis have decreased oestradiol and parathormone levels compared to their healthy counterparts.
2. The disorders of hormone secretion observed in the girls result in a metabolic system similar to that observed in postmenopausal women, in whom there is active destruction of bone tissue.

5. Lowe T. Platelet calmodulin levels In AIS: do the levels correlate with curve progression and severity? *Spine* 2002, 27: 227–237
6. Sadat-Ali M, Habdan I, Othman A. Adolescent idiopathic scoliosis. Is low melatonin a cause? *J Joint Bone Spine: Revue du Rheumatisme* 2000, 67: 62–64
7. Siu King Cheung C, Tak Keung Lee W, Kit Tse Y. Abnormal peripubertal anthropometric measurement and growth pattern In AIS, *Spine* 2003, 28: 2152–2157
8. Gruber CJ, Tschugguel W, Schneeberger C, Huber JC. Production and action of estrogens, *N Engl. J Med.* 2002, 346: 340–352
9. Gennari L, Merlotti D, De Paola V, Calabrò A, Becherini L, Martini G, Nuti N, Estrogen receptor gene polymorphisms and the genetics of osteoporosis, *Am. J Epidemiol* 2005; 161: 307–320
10. Jochems C, Islandek U, Erlandsson M, Verdrengh M, Ohlsson C, Carlsten H. Osteoporosis in experimental postmenopausal polyarthritis: the relative contributions of estrogen deficiency and inflammation, *Arthritis Research & Therapy* 2005, 7: 837–843
11. Kurdzielewicz M, Rzepka-Górska I, Głogowska A, Kosmowska B. Wiek menarche i analiza wybranych parametrów biofizycznych w terminie menarche, *Gin. Pol.* 1999, 5: 354–358
12. Dziedzic-Gocławska A, Tyszkiewicz J, Uhrynowska-Tyszkiewicz I. Wybrane mechanizmy sterujące procesem przebudowy tkanki kostnej wpływające na przebieg osteoporozy, *Nowa Klin.* 2000, 7: 704–712
13. Gruber CJ, Tschugguel W, Schneeberger C, Huber JC. Production and action of estrogens, *N Engl. J Med.* 2002, 346: 340–352
14. Robinson JA, Waters KM, Turner RT, Spelsberg TC. Direct action of naturally occurring estrogen metabolites on human osteoblastic cells, *J Bone Miner. Res.* 2000;15:499–506
15. Riggs BL. The mechanisms of estrogen regulation of bone resorption, *J Clin. Invest.* 2000, 106 : 1203–1204
16. Koh AJ, Demiralp B, Neiva KG, Hooten J, Nohutcu RM, Shim H, Datta NS, Taichman RS, McCauley LK. Cells of the osteoclast lineage as mediators of the anabolic actions of parathyroid hormone in bone, *Endocrinol.* 2005, 146: 4584–4596.
17. Grabski T, Hoszowski K, Lorenc R. Utrzymanie prawidłowej homeostazy wapniowej ustroju, *Medycyna* 2000, 1991,17/18: 24–28
18. Pattanaugkul S, Riggs BL, Yergy AL, Vieira NE, O'fallon WM, Khosla S. Relationship of intestinal calcium absorption to 1,25-dihydroxyvitamin D [1,25(OH)2D] levels in young versus elderly women: Evidence for age-related intestinal resistance to 1,25(OH)2D action, *J Clin. Endocrinol. Metab.* 2000, 85: 4023–4027

Badania zostały sfinansowane z projektu badawczego realizowanego w ramach badań własnych. Tytuł projektu: „Wpływ estrogenów i hormonów regulujących gospodarkę wapniowo-fosforanową na progresję zmian skoliotycznych w procesie terapii”. Nr projektu: 166/KF/2003

This study was financially supported as part of a research project conducted as original research. The title of the project is “The Influence of Oestrogens and Hormonal Regulators of the Calcium-Phosphate Balance on the Progression of Scoliosis in the Course of Therapy”. Project No.: 166/KF/2003

---

**Liczba słów/Word count:** 4316

**Tabele/Tables:** 1

**Ryciny/Figures:** 6

**Piśmiennictwo/References:** 18

*Adres do korespondencji / Address for correspondence*

*dr Aleksandra Kulis*

*Zakład Fizykoterapii, Wydział Rehabilitacji Ruchowej AWF Kraków  
31-571 Kraków, al. Jana Pawła II 78, tel. 0-502-830-425, e-mail: qola@poczta.fm*

*Otrzymano / Received 02.03.2008 r.  
Zaakceptowano / Accepted 15.09.2009 r.*