

ELŻBIETA PAWŁOWSKA

## ROZWÓJ OSOBNICZY SPRAWNOŚCI FIZYCZNEJ OD 3 DO 80 ROKU ŻYCIA NA TLE ROZWOJU CECH BUDOWY CIAŁA

### UWAGI WSTĘPNE

Ontogeneza człowieka, rozumiana jako proces wielostronny, może być rozpatrywana z różnych punktów widzenia: morfologii, fizjologii, motoryki czy psychologii, przy czym każdy z tych aspektów procesu rozwojowego bywa traktowany oddzielnie.

Motoryczność ludzka to pojęcie obejmujące całokształt czynności ruchowych, czyli to wszystko, co dotyczy poruszania się człowieka w przestrzeni na skutek zmian położenia całego ciała lub poszczególnych jego części względem siebie [D e m e l, S k ł a d 1974]. W odniesieniu do całej motoryczności człowieka używa się najczęściej dwóch pojęć sprawności: ruchowej i fizycznej [G i l e w i c z 1964]. Sprawność ruchowa jest definiowana jako stopień opanowania własnego ciała, jako umiejętność władania swoim aparatem ruchu. Składają się na nią przede wszystkim: zespół nabytych umiejętności, będący efektem osobistych doświadczeń oraz odpowiedni stan rozwoju układu ruchowego, umożliwiający wykorzystanie tych umiejętności. Sprawność fizyczna jest pojęciem szerszym, wiąże się bowiem ze stanem całego organizmu człowieka, a nie tylko z jego aparatem ruchu. Można ją określić jako gotowość organizmu ludzkiego do podejmowania i rozwiązywania zadań ruchowych w różnych sytuacjach życiowych, wymagających siły, szybkości, zręczności, gibkości, zwinności i wytrzymałości, jak również pewnych nabytych i ukształtowanych umiejętności i nawyków ruchowych, opartych na odpowiednich uzdolnieniach ruchowych i stanie zdrowia [G i l e w i c z 1964].

Motoryka człowieka stanowi przedmiot badań wielu dyscyplin naukowych. W antropologii fizycznej wyodrębnił się dział antropologii sportowej, dla której istotnym zagadnieniem jest sprawność fizyczna rozpatrywana przede wszystkim na tle wyniku sportowego. Sprawnością fizyczną przeciętnych ludzi zajmowało się tylko nieliczne grono badaczy.



Człowiek przychodzi na świat jako bezradne niemowlę, niezdolne do przesunięcia swego ciała z miejsca na miejsce, nie potrafiące uchwycić przedmiotów znajdujących się w zasięgu jego rąk. Noworodek nie rozporządza prawie żadnymi ruchami skoordynowanymi. Jego nieporadność ruchowa, niewielka liczba bezwarunkowych odruchów służących zabezpieczeniu podstawowych potrzeb życiowych, to pozorne upośledzenie człowieka, okazuje się adaptacyjnie korzystne, pozwala bowiem na rozwój motoryki w ciągu dalszego życia zgodnie z potrzebami wynikającymi z sytuacji środowiskowych. W nieporadności tkwi ogromna potencja rozwojowa, podczas gdy odruchy wrodzone są sztywne i niezmienne.

W pierwszym roku życia tempo rozwoju jest bardzo burzliwe, nie spotykane w późniejszym wieku. Najważniejszym osiągnięciem tego okresu jest przyjęcie wyprostowanej postawy ciała i nabycie możliwości lokomocyjnych w różnych formach. Okres wczesnego dzieciństwa cechuje wysoka ruchliwość, a nawet pewna rozrzutność ruchowa spowodowana przewagą procesów pobudzania nad hamowaniem w centralnym układzie nerwowym oraz licznymi przyruchami (synkinezjami), które towarzyszą trudniejszym operacjom ruchowym. Bardzo duża ruchliwość dziecka ma znaczenie aktywizujące i jest niezbędna dla prawidłowego przebiegu rozwoju struktur i funkcji organizmu oraz umożliwia gromadzenie doświadczenia ruchowego, rozwijania pamięci i wyobraźni ruchowej.

W okresie przedszkolnym dziecko potrafi już swobodnie chodzić, skakać, biegać, rzucać, chwycić, wspinać się, utrzymywać równowagę statyczną i dynamiczną, a forma ruchu staje się bardziej harmonijna, swobodna i płynna. W wieku szkolnym zwiększa się płynność i celność ruchów oraz zmniejsza się pobudliwość ruchowa, co umożliwia dłuższą koncentrację na określonej czynności. Czynniki warunkującymi w sposób istotny rozwój motoryki dzieci w pierwszych klasach szkoły podstawowej są: pierwsza zmiana proporcji ciała, fakt wejścia w tryb pracy szkolnej oraz stan rozwoju wyższych czynności nerwowych. W tym okresie proporcje ciała dziecka zbliżają się do proporcji człowieka dorosłego i stopniowo dochodzi do równowagi między procesami pobudzania i hamowania.

Pomiędzy 10 a 13 rokiem życia występuje kulminacyjny punkt w rozwoju motoryki. Ogólna motoryczność tego okresu charakteryzuje się świadomym sterowaniem i opanowaniem ruchów, pewnością, celowością, ekonomią i harmonią. Dzieci w tym wieku wykazują dużą zwinność i zręczność oraz szybko przyswajają sobie nowe formy ruchu. Do czynników sprzyjających rozwojowi motoryczności w tym okresie należą: niemal równomierne, stałe tempo wzrastania, proporcjonalna budowa ciała o dobrze rozwiniętej muskulaturze, względna równowaga mię-



dzy procesami pobudzania i hamowania oraz stosunkowo niskie położenie środka ciężkości ciała, co stwarza korzystniejsze warunki równowagi niż u małego dziecka. Jest to najlepszy okres uczenia się różnych form ruchu; siła i szybkość wyraźniej narastają w wieku późniejszym.

Na zmiany motoryczności podczas dojrzewania płciowego mogą wpływać różne przyczyny. Najczęściej wiążą się one z nierównomiernym wzrastaniem organizmu i pojawieniem się nowych biomechanicznych warunków pracy układu ruchowego: dłuższe kończyny, wyżej położony środek ciężkości, czasem przejściowe „wychudzenie” mogą spowodować zanik harmonii ruchów typowej dla etapu poprzedniego, zmniejszenie płynności, obniżenie dokładności i zaburzenie ukształtowanego już rytmu. Nowe przeżycia psychiczne i zmiana zainteresowań są nieraz powodem powtórnie pojawiającej się rozrzutności wynikającej z „niepokoju motorycznego”. Ruchy kończyn stają się wówczas zbyt obszernie, niezgrabne, w efekcie mało ekonomiczne. Wyrazem braku równowagi procesów pobudzania i hamowania jest ociążałość ruchowa i niechęć do ruchu. Okres pokwitania pogłębia odrębności w motoryczności dziewcząt i chłopców. Cechy motoryczne w okresie dojrzewania płciowego wykazują stały rozwój, nieco tylko mniejszy w pierwszej fazie. Wśród nich najbardziej zauważalne jest obniżenie przyrostów zwinności, podczas gdy siła narasta z dużą intensywnością przez cały okres.

Motoryczność człowieka dorosłego jest zazwyczaj uboższa od dziecięcej. Jej zakres zawężony jest warunkami życia, zredukowany do ruchów, których wymagają obowiązki zawodowe i codzienna aktywność życiowa. Jest za to bardziej zróżnicowana międzyosobniczo, dostosowana do charakteru pracy i rodzaju środowiska, a przy tym obciążona masą nawyków, przyzwyczajzeń i zamiłowań.

Dymorfizm płciowy przejawiający się w motoryczności jest spowodowany głównie różnicami występującymi w budowie aparatu ruchu u kobiet i mężczyzn. Inne proporcje, wyrażające się w relacji szerokości barków i bioder oraz długości kończyn dolnych w stosunku do tułowia, to najbardziej widoczna przyczyna motorycznych różnic przedstawicieli obu płci. Poza tym na odmienną motoryczną wpływają: mniejszy udział mięśni w masie całego ciała kobiety, słabsza konstrukcja stawów, inne rozmieszczenie tkanek miękkich itp. Specyficznymi czynnikami kształtującymi motoryczność kobiet są okres ciąży i klimakterium, przynoszące nieraz znaczne zmiany w całokształcie osobniczych możliwości ruchowych. Kobiety na ogół uzyskują gorsze wyniki w tych zadaniach ruchowych, które wymagają siły i wytrzymałości, wykazują natomiast przewagę pod względem gibkości, precyzji i rytmiki ruchu.

Wielkość każdej cechy po osiągnięciu swoich maksymalnych wartości ulega stopniowo spadkowi. Regres poszczególnych cech ma różne tempo, które jest tym szybsze, im wcześniej dana cecha osiągnie swoje maksimum. Regres w organizmie ludzkim najsilniej ujawnia się w okresie



starości, który charakteryzuje się: brakiem odczuwania potrzeby ruchu, brakiem reakcji na wiele bodźców i podnieć płynących ze środowiska, zmniejszeniem tempa wykonywania czynności, zanikiem zdolności szybkiego orientowania się w sytuacji i bezpośredniego reagowania zachowaniem ruchowym, zanikiem posługiwania się kombinacjami ruchowymi, brakiem harmonii ruchów, niepewnością i niezaradnością.

Sprawność fizyczna jest świadectwem stopnia dojrzałości i wydolności organizmu sprawdzającym się przede wszystkim w wysiłkach fizycznych. Określenie poziomu sprawności fizycznej lub pomiar wielkości jej podstawowych elementów wykonuje się za pomocą różnego rodzaju urządzeń i aparatów, bądź stosując określone testy czy formy ćwiczeń, w których mierzy się czas wykonania, liczby powtórzeń ruchu i inne wielkości [Drozdowski, Drozdowski 1975; Wolański, Pařízková 1976]. Zdaniem A. Barańskiego [1969] miarą sprawności fizycznej jest pomiar zespołu podstawowych cech motorycznych, mianowicie siły, szybkości, wytrzymałości, zwinności, zręczności, gibkości oraz koordynacji statycznej, a określa się go wynikami uzyskanymi w odpowiednio dobranych ćwiczeniach.

Sprawność fizyczna w aspekcie rozwoju organizmu była i jest rozpatrywana przez wielu autorów. Najobszerniej zagadnienie to zostało opracowane przez N. Wolańskiego i J. Pařízkową [1976], którzy przedstawili zmienność cech morfo-funkcjonalnych we wszystkich okresach rozwoju organizmu oraz uwarunkowania poziomu ich wykształcenia różnymi czynnikami. Z. Drozdowski [1979] ukazał ontogenetyczną zmienność motoryki na tle rezultatów sportowych. Problem rozwoju motorycznego człowieka rozpatrywali także teoretycy wychowania fizycznego, między innymi K. Meinel [1967] i Z. Gilewicz [1964]. Piśmiennictwo na temat sprawności fizycznej człowieka jest bardzo obszerne, ale zagadnienie rozwoju sprawności fizycznej w toku indywidualnego życia jest jeszcze w małym stopniu wyjaśnione. Celem niniejszego opracowania jest ukazanie rozwoju osobniczego sprawności fizycznej na tle zmian cech budowy ciała.

#### MATERIAŁ I METODA

Materiał wykorzystany w niniejszej pracy został zebrany w latach 1981-82 na terenie Wielkopolski w miejscowościach: Sławno, Prusim, Dziekanowice i Kwilcz. Badania obejmowały pomiary antropometryczne i test sprawności fizycznej. Łącznie zbadano 395 osób (192 kobiety i 203 mężczyźni) w wieku od 3 do 80 lat. Pomiary antropometryczne wykonano według metodyki podanej przez R. Martina [Godyccki 1956]. Do opracowania wykorzystano 5 cech somatycznych: wysokość ( $B - v$ ) i ciężar ciała, długość kończyny górnej ( $a - da$ ) i dolnej ( $B - sy$ ) oraz ob-



wód klatki piersiowej. Przy pomiarze cech motorycznych zastosowano następujące próby ruchowe.

1. Siłę mięśni zginaczy palców obu rąk mierzono dynamometrem ręcznym. Testowana ręka w czasie wykonywania nacisku nie może dotykać żadnej części ciała. Dorośli wykonują próby dynamometrem o większym zakresie pomiaru (do 90 kg) niż dzieci (do 30 kg). Wynik notowano z dokładnością do 0,5 kg.

2. Siłę mięśni brzucha mierzono czasem utrzymania kończyn dolnych w pozycji „leżąc tyłem” (nogi wyprostowane w kolanach, uniesione na taką wysokość, aby tworzyły z podłożem kąt  $45^\circ$ , kończyny górne ułożone pod głową). Czas mierzono z dokładnością do 0,1 s. [Drozdowski, Drozdowski 1975].

3. Szybkość mierzono czasem wykonania 10 przysiadów; badany wykonuje głęboki przysiad, kończyny górne uniesione z przodu na wysokości barków, po każdym przysiadzie pełny wyprost kończyn dolnych.

4. Wytrzymałość oceniano na podstawie zmian częstotliwości skurczów serca przed i po wysiłku. Tętno spoczynkowe mierzono na początku badań, natomiast tętno wysiłkowe po wykonaniu 10 przysiadów. Pomiar wykonywano na tętnicy promieniowej (okolica nadgarstka) w ciągu 15 sekund; mnożąc wynik przez 4 uzyskiwano liczbę skurczów serca w ciągu minuty.

5. Czas reakcji prostej (pomiar według metody H. Pierona). Badający trzyma w pozycji pionowej linijkę z podziałką centymetrową (50 cm) przyciskając ją kciukiem do ściany. Zero podziałki znajduje się na dole, na wysokości oczu badanego. Badany stojąc trzyma w pobliżu dolnego końca linijki kciuk, po puszczaniu linijki przez badającego badany powinien jak najszybciej ją zatrzymać przez przyciśnięcie kciukiem do ściany. Różnicę pomiędzy położeniem początkowym linijki a miejscem przyciśnięcia przez badanego notujemy w centymetrach.

6. Skłon tułowia w przód — pomiar gibkości kręgosłupa. Badany stojąc na podwyższeniu (stopy zwarte, kolana wyprostowane) wykonuje skłon w przód możliwie jak najniżej opuszczając palce rąk. Położenie końców palców rejestruje się za pomocą podziałki centymetrowej, która jest przymocowana do podwyższenia. Płaszczyznę, na której stoi badany przyjmuje się jako punkt zerowy; wyniki powyżej zera określa się jako gibkość ujemną, a poniżej — dodatnią. Wynik notujemy w centymetrach (plus lub minus).

7. Skok w dal z miejsca — pomiar mocy. Badany staje za linią początkową, z zamachem ramion i z odbicia obunóż wykonuje skok w dal. Skok mierzony w centymetrach badany wykonywał trzykrotnie, przy ocenie uwzględniano skok najdłuższy. Długość skoku, zawartą pomiędzy linią początkową a ostatnim śladem pięt, notowano z dokładnością do 1 cm.



Tabela 1. Porównanie wieku badanych obliczonego jako środek przedziału klasowego ( $\bar{x}_i$ ) z wiekiem rzeczywistym ( $\bar{x}_r$ )

Klasy wieku	Mężczyźni			Kobiety		
	$N$	$\bar{x}_i$	$\bar{x}_r$	$N$	$\bar{x}_i$	$\bar{x}_r$
3 - 6	13	4,5	5,1	12	4,5	5,0
7 - 8	18	7,5	7,4	15	7,5	7,5
9 - 10	16	9,5	9,8	14	9,5	9,7
11 - 12	32	11,5	11,5	14	11,5	11,2
13 - 14	15	13,5	13,4	18	13,5	13,6
15 - 20	16	17,5	18,1	23	17,5	17,1
21 - 30	26	25,5	25,9	37	25,5	25,6
31 - 40	25	35,5	34,4	24	35,5	35,3
41 - 50	22	45,5	44,4	20	45,5	44,7
51 - ∞	20	65,5	60,4	16	65,5	55,8
Razem	203			193		

Zebrany materiał podzielono w grupach płci na 10 klas wieku kalendarzowego i poddano analizie statystycznej. W poszczególnych przedziałach klasowych obliczono średni wiek badanych jako środek danej klasy wieku oraz wiek rzeczywisty. W przypadku długich przedziałów klasowych i małej liczby badanych wiek rzeczywisty nie zawsze odpowiada środkowi przedziału klasowego, co zostało przedstawione w tabeli 1. Rozkłady wyników scharakteryzowane zostały czterema parametrami: średnią arytmetyczną  $\bar{x}$ , odchyleniem standardowym  $s$ , skośnością  $a$  i spłaszczeniem (kurtosis  $k$ ).

Liczne badania statystyczne oparte na obszernym materiale doświadczalnym wykazały, że cechy morfologiczne mają rozkład normalny, dlatego też scharakteryzowano je tylko za pomocą trzech wielkości: liczebności  $N$ , średniej arytmetycznej  $\bar{x}$  oraz odchylenia standardowego  $s$ . W celu ukazania kierunku rozwoju cech sprawności fizycznej, które rzadko są przedmiotem szczegółowych analiz statystycznych dodatkowo obliczono asymetrię i kurtosis (tab. 4). Obliczenia tych wielkości wykonano według programu *Applied Statistics* firmy „Texas Instruments”.

W celu sprawdzenia istotności uzyskanych wyników obliczono błąd asymetrii i błąd kurtosis korzystając ze wzorów [Pearl 1906 - 1907]

$$E_a = \sqrt{\frac{3}{2N}}, \quad E_k = 4 \sqrt{\frac{3}{2N}}$$

Wartość krytyczną  $E_a$  i  $E_k$  obliczono mnożąc uzyskane wartości błędów przez 1,96 (wartość graniczna odczytana z tablic  $t$  Studenta przy nieskończonej liczbie stopni swobody i ryzyku błędu 5%). Jeżeli wielkości  $a$  i  $k$  obliczone dla danej cechy nie przekraczają krytycznych wartości błędów, wtedy uznajemy, że cecha ma rozkład normalny.

Następnym etapem w opracowaniu materiału było określenie zależności między każdą z badanych cech a wiekiem. Związek między tymi dwoma zmiennymi przedstawiono za pomocą równań matematycznych, którym nadano także interpretację geometryczną, w postaci krzywych



najlepiej dopasowanych do średnich wartości danej cechy w poszczególnych grupach wieku. Aby uzyskać prostszy matematycznie charakter związku zastosowano logarytmiczne przekształcenie skali wieku. Do aproksymacji wykorzystano wzory: krzywej logistycznej

$$y_i = y_0 + \frac{\Delta_y}{10^{(-w(x_i - c))} + 1}$$

gdzie:  $y_0$  — asymptota dolna,  $y_i = y_0 + \Delta_y$  — asymptota górna,  $c$  — punkt przegięcia (wiek największego tempa rozwoju danej cechy),  $w$  — tempo rozwoju;

i prostych regresji

$$y = a + b \log x$$

gdzie:  $a$  — miejsce przecięcia z osią OY,  $b$  — współczynnik regresji mierzący nachylenie prostej regresji do osi OX,  $x$  — wiek.

W celu lepszego zobrazowania kierunku rozwoju danej cechy proste regresji dopasowano do średnich wartości danej cechy w przedziałach klasowych, a nie do wartości indywidualnych, dlatego też współczynnik korelacji nie określa nam w tym przypadku siły związku między dwoma zmiennymi, ale mówi o stopniu dopasowania linii regresji do średnich. Im bliższa jedności jest wartość współczynnika korelacji, tym lepsze dopasowanie i tym lepiej ta linia opisuje rozwój danej cechy na określonym odcinku ontogenezy. Wartości cech morfologicznych w poszczególnych klasach wieku porównano z wartościami tych cech ludności Poznania [Malinowski 1976], Wielkopolski [Malinowski 1978] i rejonu Huty Katowice [Kaczanowski 1982]. Do porównań przebiegu rozwoju badanych cech motorycznych wykorzystano dane zawarte w pracach następujących autorów: D. Elżanowska, A. Siniarska [1982]; Z. Drozdowski [1979]; R. Koziół, N. Wołański, J. Pażikowa [1976].

## WYNIKI

### ROZWÓJ CECH SOMATYCZNYCH

Ocena rozwoju fizycznego według kryterium morfologicznego opiera się na pomiarach różnych cech budowy ciała. Analiza statystyczna cech morfologicznych wykonana przez różnych autorów [np. Góralski, Wierciński 1964; Roche 1980] na obszernym materiale badawczym, a także analiza materiału wykorzystanego w niniejszej pracy wykazała, że kierunek rozwoju ontogenetycznego tych cech jest zgodny z przebiegiem krzywej logistycznej, w obrębie której można wyróżnić



trzy okresy: a — okres powolnego wzrostu początkowego, b — okres logarytmicznego wzrostu zwany także fazą wykładniczą oraz c — okres wzrostu zwolnionego.

Tabela 2. Charakterystyka liczbowa cech morfologicznych w klasach wieku

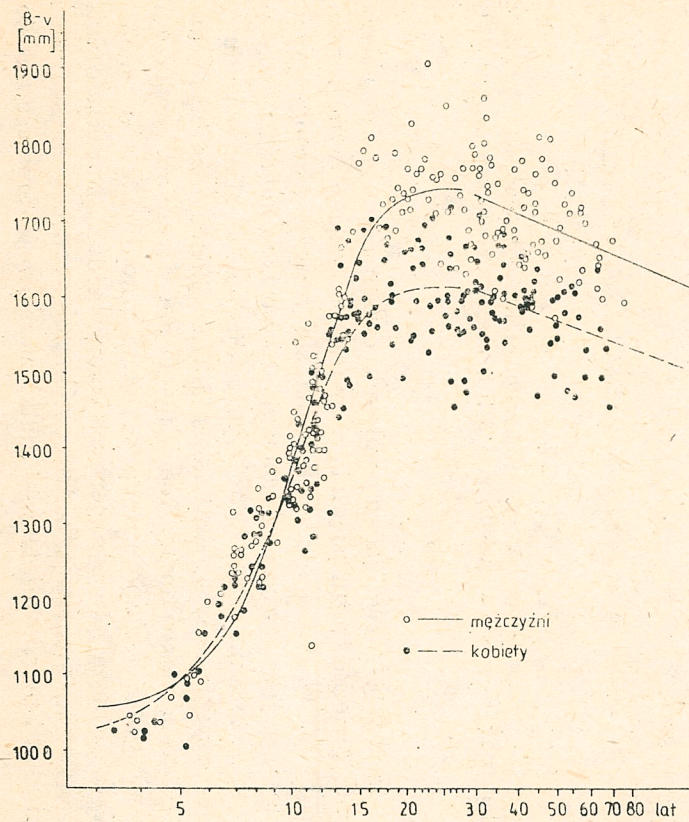
Klasa wieku	N	Ciężar*		Wysokość		Kończyna górna (a - da)		Kończyna dolna (B - sy)		Obwód klatki piersiowej	
		$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S
Mężczyźni											
3 - 6	13	19,8	2,6	1091,0	60,0	469,7	43,6	525,3	34,5	576,8	21,7
7 - 8	18	25,2	3,3	1260,0	39,3	547,7	25,9	645,2	39,6	600,8	32,1
9 - 10	16	32,3	6,6	1368,3	45,6	595,6	35,7	703,1	40,5	663,4	67,6
11 - 12	32	36,9	7,0	1419,0	74,9	632,2	30,8	719,0	31,7	704,3	63,7
13 - 14	15	44,2	6,7	1554,9	59,0	695,5	40,2	817,0	36,9	733,1	49,3
15 - 20	16	69,3	7,8	1735,1	41,4	770,9	45,5	891,1	46,9	900,4	52,0
21 - 30	26	70,8	8,6	1735,9	68,8	783,4	58,9	902,9	56,5	941,0	43,3
31 - 40	25	70,9	10,2	1723,0	62,0	776,0	41,9	877,2	32,8	962,2	65,4
41 - 50	22	78,3	14,2	1698,8	61,2	775,1	45,3	875,4	42,7	1005,5	91,2
51 - 80	20	70,9	10,6	1664,7	50,3	741,9	91,5	868,7	35,6	981,5	68,7
Kobiety											
3 - 6	12	18,5	3,3	1083,0	62,6	468,8	46,0	537,8	41,1	552,0	33,3
7 - 8	15	23,7	3,3	1248,1	47,9	555,1	42,5	630,1	29,4	586,6	26,4
9 - 10	14	30,1	4,5	1344,2	36,3	582,6	22,4	686,1	32,9	629,4	45,7
11 - 12	14	35,5	7,9	1396,6	77,9	616,7	42,0	719,0	58,6	687,0	84,9
13 - 14	18	48,7	6,0	1562,1	65,6	689,3	31,5	801,0	42,8	784,8	48,6
15 - 20	23	52,8	8,7	1598,0	56,5	688,7	60,8	827,4	38,2	809,1	53,9
21 - 30	37	62,1	9,7	1596,8	62,7	699,2	50,5	830,8	52,9	928,3	182,0
31 - 40	24	67,1	10,9	1597,2	50,1	700,9	40,8	823,4	52,4	958,1	86,9
41 - 50	20	65,6	10,3	1581,0	41,3	714,3	46,5	816,9	35,0	939,9	85,1
51 - 80	16	69,8	14,1	1548,7	55,2	688,6	47,4	784,6	41,3	974,4	97,0

\* ciężar ciała w [kg], pozostałe pomiary w [mm]

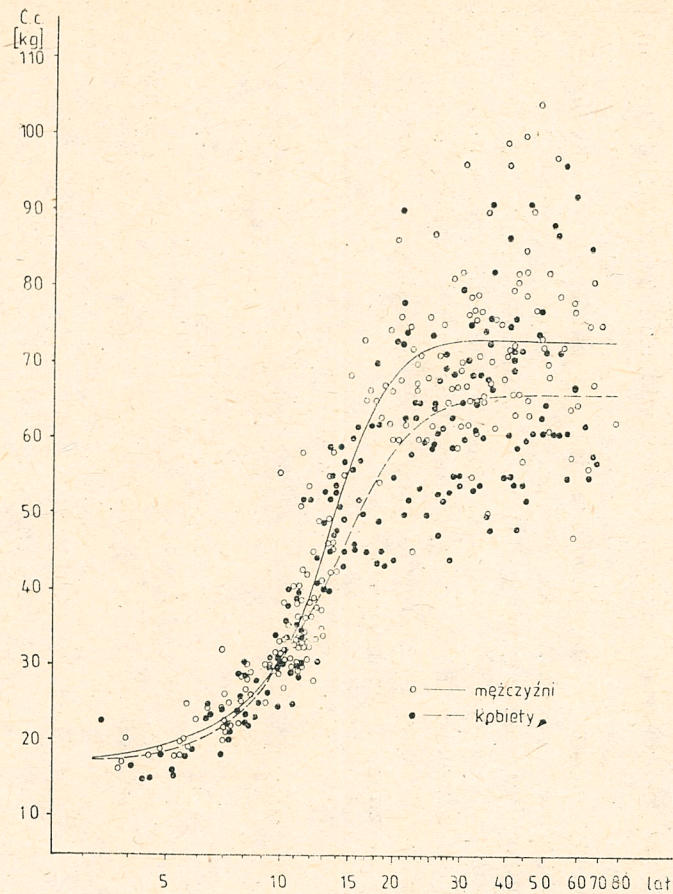
Charakterystykę liczbową zmian wartości średnich w rozwoju badanych cech morfologicznych przedstawiono w tabeli 2, natomiast geometryczną interpretację tego procesu w tabeli 5. Prawie wszystkie wartości średnie badanych cech w poszczególnych klasach wieku są większe u osób płci męskiej. Przewaga płci żeńskiej zaznacza się jedynie w okresie dojrzewania dziewcząt w zakresie wysokości i ciężaru ciała oraz obwodu klatki piersiowej.

Przebieg w badanym materiale rozwoju wysokości ciała ( $B-v$ ) i długości kończyn dolnych ( $B-sy$ ) do 30 roku życia jest zgodny z przebiegiem krzywej logistycznej, natomiast po 30 roku życia następuje spadek wartości tych cech dający się przedstawić za pomocą prostych regresji o odpowiednim nachyleniu. Nachylenie tych prostych jest większe dla wysokości ciała niż dla długości kończyn dolnych. Należy sądzić, że spadek wysokości ciała po 30 roku życia w badanym materiale przekrojowym jest wynikiem dwu procesów: starczych zmian zachodzących w organizmie (głównie pogłębianie krzywizn kręgosłupa) oraz ujawniających się w badanej populacji efektów trendu sekularnego powodujących, że młodsze roczniki są wyższe niż starsze. U mężczyzn efekt ten jest bardziej





Rys. 1. Zmiany wysokości ciała z wiekiem

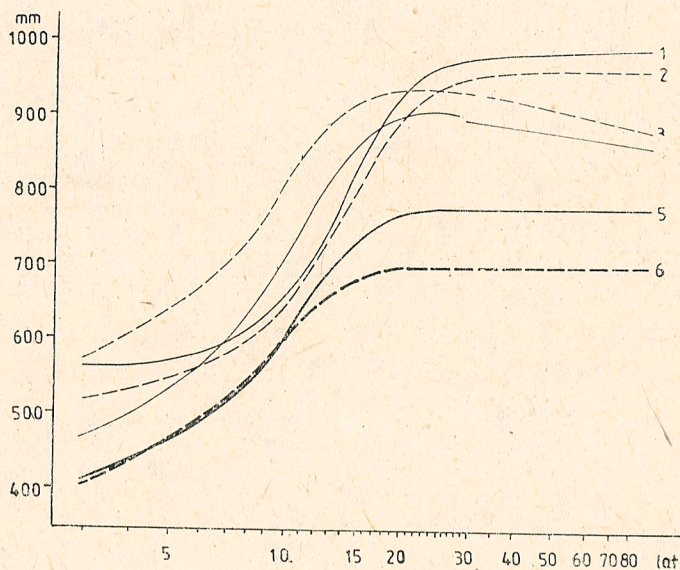


Rys. 2. Zmiany ciężaru ciała z wiekiem



widoczny niż u kobiet. Zmiany starcze pociągające za sobą zmniejszanie się wysokości ciała zaczynają się uwidaczniać około 40 - 50 roku życia.

Zmiany ciężaru ciała, podobnie jak wysokości, nie odbywają się równomiernie z wiekiem, lecz wykazują w różnych okresach życia różne tempo. Przyrost ciężaru ciała trwa stosunkowo długo, aż do około 40 roku życia, z tym że w fazach końcowych jest on prawdopodobnie wynikiem zwiększania się masy „nieaktywnych” tkanek organizmu ludzkiego. W okresie starczym następuje zmniejszanie ciężaru ciała w wyniku zmian inwolucyjnych.

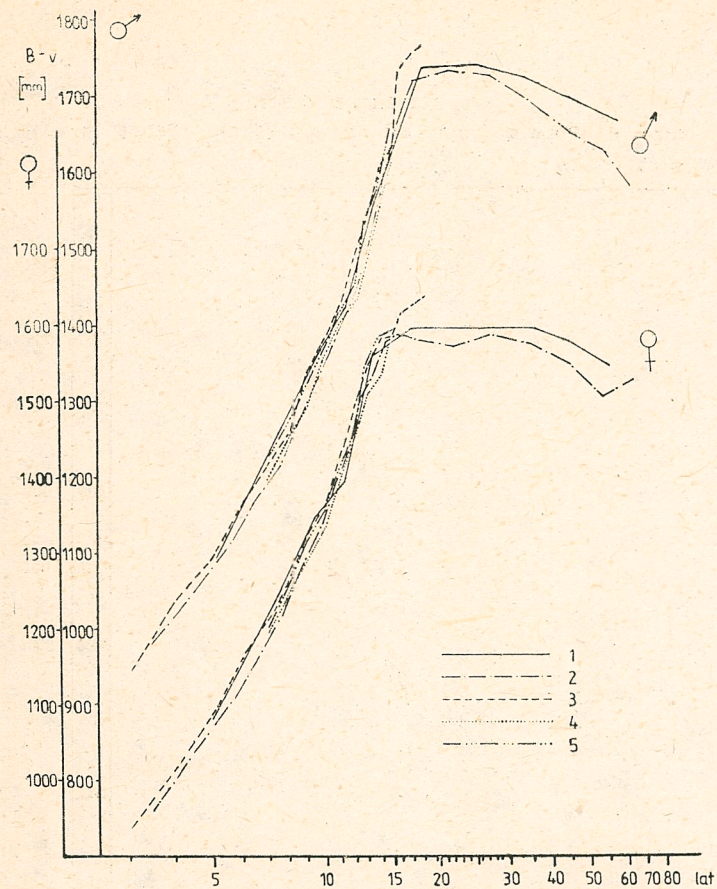


Rys. 3. Zmiany z wiekiem: obwodu klatki piersiowej (u mężczyzn — 1 i kobiet 2), długości kończyny dolnej (odpowiednio — 3 i 4) oraz długości kończyny górnej (5 i 6)

Jak już wiadomo, rozwój poszczególnych części ciała nie przebiega równomiernie. Dziecko różni się od człowieka dorosłego odmiennymi proporcjami ciała. W okresie kształtowania się funkcji lokomocyjnych i szczególnie dużej aktywności ruchowej przyrosty długości kończyn dolnych są większe aniżeli górnych. Stymulacja hormonalna powoduje, że ponownie przyspieszony rozwój kości długich kończyn dolnych ma miejsce w okresie pokwitania. Kończyny górne natomiast wykazują większe przyrosty niż kończyny dolne od około 6 do 10 roku życia.

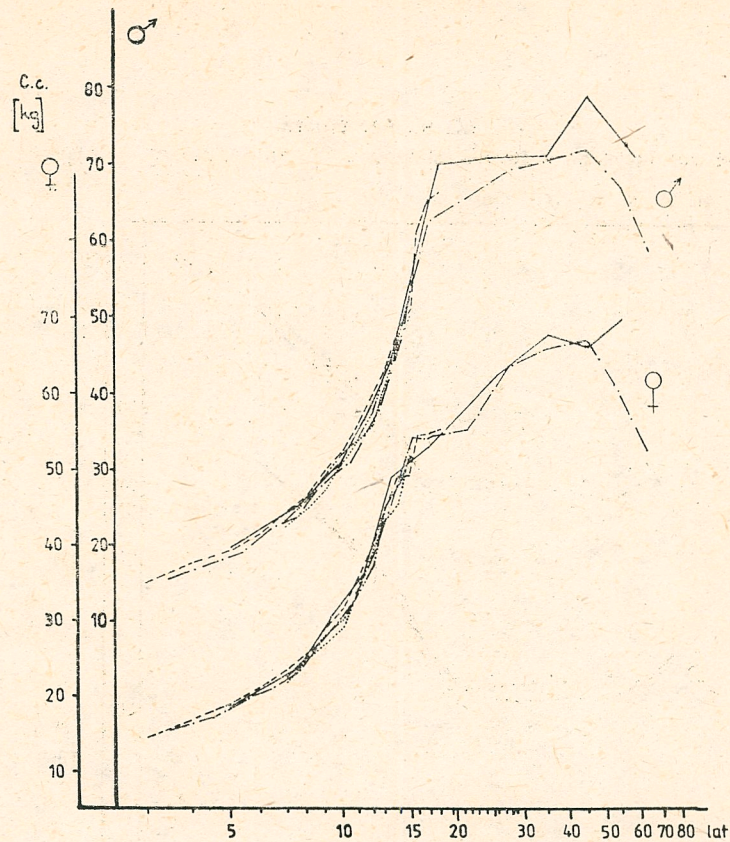
Aktywność ruchowa kończyn górnych odgrywa dużą rolę w rozwoju klatki piersiowej, stanowiąc bodziec stymulujący pracę mięśni paska barkowego i klatki piersiowej. Obwód klatki piersiowej wzrasta do około





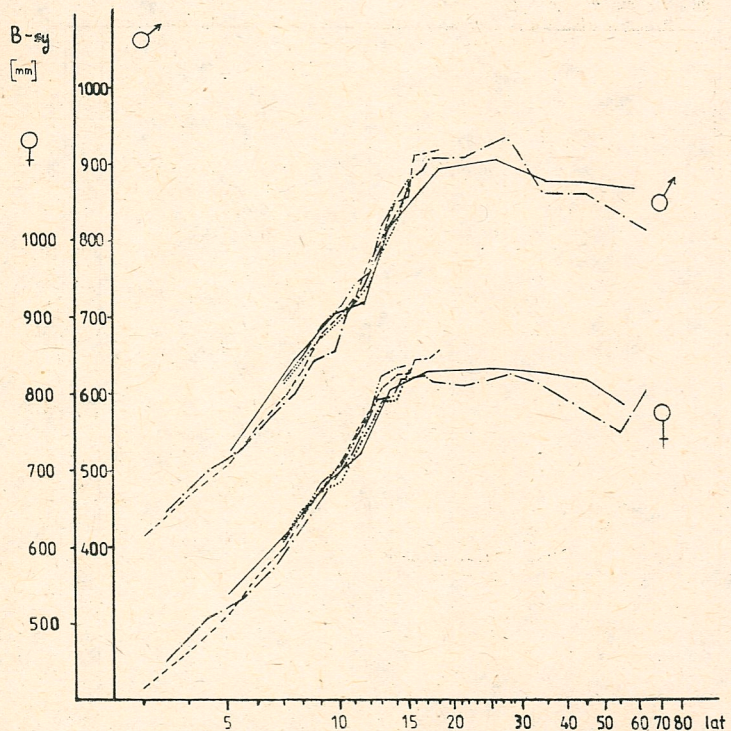
Rys. 4. Zmiany wysokości ciała z wiekiem

1 — wyniki własne, 2 — Huta Katowice, 3 — Poznań, 4 — wsie wielkopolskie, 5 — miasteczka wielkopolskie

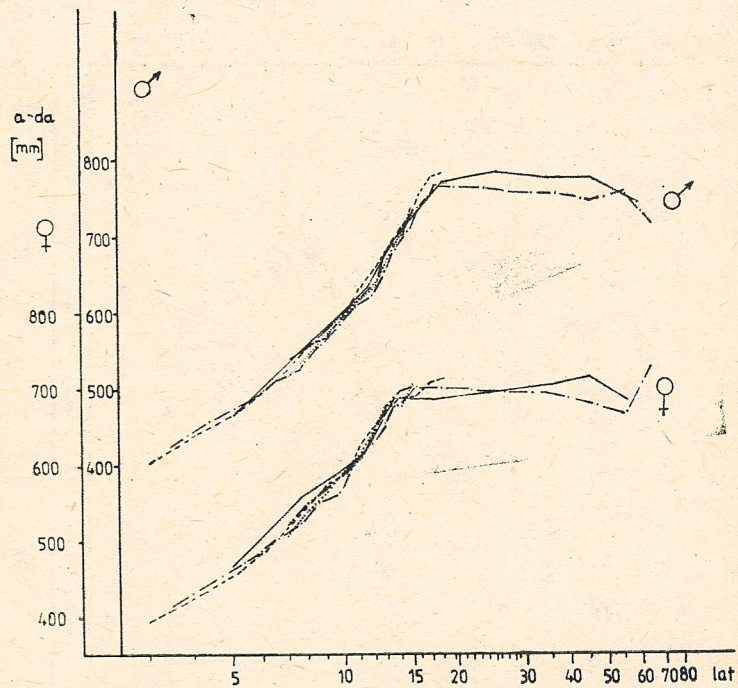


Rys. 5. Zmiany ciężaru ciała z wiekiem (oznaczenia jak na rys. 4)



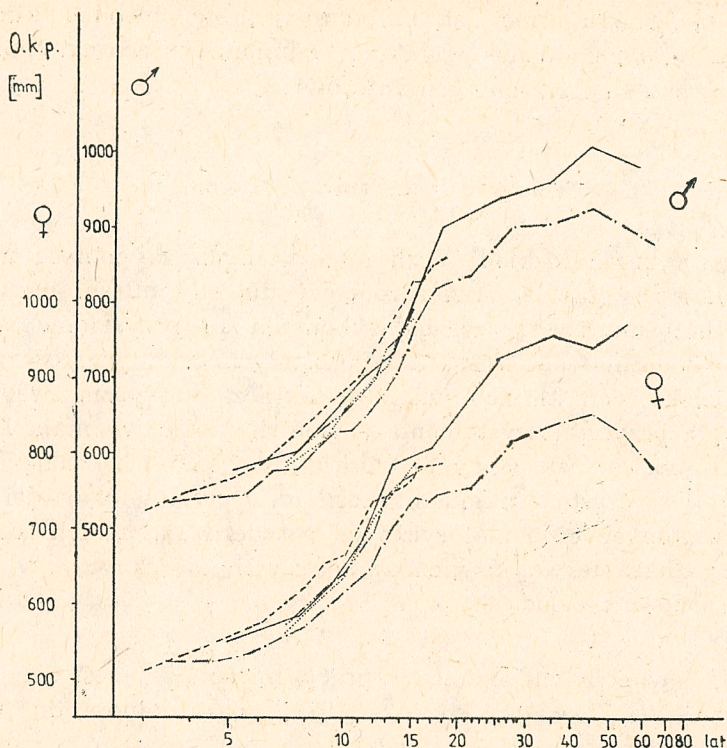


Rys. 6. Zmiany długości kończyny dolnej z wiekiem (oznaczenia jak na rys. 4)



Rys. 7. Zmiany długości kończyny górnej z wiekiem (oznaczenia jak na rys. 4)





Rys. 8. Zmiany obwodu klatki piersiowej z wiekiem (oznaczenia jak na rys. 4)

40 roku życia, potem następuje pewna stabilizacja jego wielkości, zarówno u kobiet jak i u mężczyzn.

Oceniając tempo wzrostu badanych cech (tab. 5) można stwierdzić, że dla cech długościowych (*B-v*, *a-da*, *B-sy*) jest ono wyższe u mężczyzn, natomiast obwód klatki piersiowej i ciężar ciała charakteryzuje się szybszym tempem wzrostu u kobiet. Maksymalne tempo wzrostu badanych cech morfologicznych (skok pokwitaniowy) jest osiągane wcześniej przez kobiety, co wiąże się z krótszym okresem wzrastania.

Do porównania wartości cech somatycznych uzyskanych w niniejszej pracy wykorzystano dane zawarte w publikacjach zespołu A. Malinowskiego [1976, 1978] i zespołu K. Kaczanowskiego [1982]. Porównanie wybranych grup Wielkopolski oraz rejonu Huty Katowice wykazało podobny przebieg rozwoju cech morfologicznych u wszystkich dzieci. Ze względu na brak danych szczegółowych o innych zespołach, osoby dorosłe porównano tylko z ludnością Huty Katowice. Zarówno mężczyźni, jak i kobiety Wielkopolski (badania własne) charakteryzują się większymi średnimi wartościami badanych cech morfologicznych w porównaniu z osobami dorosłymi rejonu Huty Katowice



(różnice, zarówno u dzieci jak i u dorosłych, w obwodzie klatki piersiowej są prawdopodobnie wynikiem odmiennej techniki pomiarowej stosowanej przez poszczególnych autorów).

#### ROZWOJ CECH MOTORYCZNYCH

Charakteryzując rozkłady cech motorycznych za pomocą miar asymetrii i kurtosis (tab. 4) stwierdzono, że dla siły mięśni brzucha oraz dla szybkości mierzonej czasem wykonania 10 przysiadów występuje asymetria dodatnia, natomiast dla pozostałych cech wielkość asymetrii tylko w niektórych klasach wieku przekracza krytyczną wartość błędu. Jedną z przyczyn wystąpienia asymetrii może być mała liczebność w klasach wieku; jak wiadomo rozkład uzyskany na podstawie małych prób jest często rozkładem skośnym. Uzyskane wartości kurtosis dla poszczególnych cech motorycznych potwierdzają, że ich rozkłady są normalne. Charakterystykę liczbową cech motorycznych w rozwoju przedstawiono w tabelach 3 i 4.

Siła. Zewnętrznym wyrazem pracy mięśniowej jest siła, definiowana przez W. Zaciorskiego [1970] jako zdolność do pokonania oporu zewnętrznego lub przeciwdziałania mu kosztem wysiłku mięśniowego. Wykazuje ona swoistą linię rozwojową. Wiąże się to głównie ze zjawiskami rozrostu, ponieważ liczba włókien mięśniowych w ontogenezie nie ulega zmianie, występuje natomiast wyraźny wzrost ich średnicy. Rozwój siły zależy tylko częściowo od rozwoju masy mięśniowej, jest on także w dużym stopniu uwarunkowany dojrzewaniem ośrodkowego układu nerwowego oraz aktywnością hormonalną. Pomiar siły dokonywane są zazwyczaj podczas skurczu izotonicznego. W czasie trwania takiego skurczu warunki określające przejawianie się siły mięśniowej podlegają zmianie, co utrudnia dokonywanie porównywalnych pomiarów. Podczas badań zmierzono siłę zginaczy palców obu rąk oraz siłę mięśni brzucha.

Siła mięśni zginaczy palców rąk charakteryzuje się dużym dymorfizmem płciowym i w znacznym stopniu zależy od charakteru wykonywanej pracy. Początkowa wartość siły obu rąk jest jednakowa u wszystkich dzieci bez względu na płeć i wynosi około 2 kg, jednak w trakcie rozwoju ontogenetycznego zarówno tempo wzrostu jak i wielkość przyrostu tej cechy są wyższe u mężczyzn. Najprostszym sposobem opisanie związku między dwiema zmiennymi, w tym przypadku między wiekiem i siłą rąk, jest równanie matematyczne, którego interpretacją geometryczną jest odpowiednia krzywa. Dla kobiet najlepiej dopasowaną krzywą obrazującą kształt związku tych dwóch cech okazała się krzywa logistyczna, natomiast u mężczyzn zależność ta tylko do 30 roku



Tabela 3. Charakterystyka liczbowa cech motorycznych w klasach wieku

Klasa wieku	N	Siła mięśni zginaczy palców [kg]				Siła mięśni brzucha [sek]		Wytrzymałość — tężno			
		Ręka prawa		Ręka lewa		$\bar{x}$	S	spoczynkowe		wysiłkowe	
		$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S
<b>Mężczyźni</b>											
3 - 6	13	6,1	2,4	5,3	1,9	67,1	49,9	92,0	12,1	114,3	8,5
7 - 8	18	13,1	2,7	12,1	2,7	53,2	30,6	99,8	10,4	119,9	15,1
9 - 10	16	15,8	3,0	14,9	3,6	36,5	22,4	93,4	13,8	117,8	10,8
11 - 12	32	19,7	3,6	18,1	4,2	45,8	25,9	94,8	11,0	120,9	14,1
13 - 14	15	26,4	3,5	25,7	4,3	46,5	31,9	94,1	13,9	117,3	14,9
15 - 20	16	47,1	8,6	46,3	9,7	58,7	27,1	92,1	17,4	119,7	21,4
21 - 30	26	52,3	6,9	50,2	7,2	69,4	35,3	81,0	12,7	113,7	16,0
31 - 40	25	54,7	7,5	51,7	6,9	66,2	31,9	83,1	14,8	114,1	18,0
41 - 50	22	47,2	9,8	46,3	11,3	69,7	39,2	85,3	11,5	112,8	15,9
51 - ∞	20	42,9	9,0	38,9	10,0	51,4	26,4	78,6	12,3	104,8	14,2
<b>Kobiety</b>											
3 - 6	12	5,2	3,6	4,5	3,2	51,6	43,0	93,8	19,4	118,3	11,4
7 - 8	15	10,1	2,1	9,5	2,0	39,1	26,9	98,9	12,8	120,8	13,0
9 - 10	14	15,2	4,8	13,8	3,8	34,7	17,3	99,1	8,7	125,1	12,0
11 - 12	14	15,2	2,9	14,2	3,1	49,0	32,5	94,7	12,2	120,0	14,0
13 - 14	18	22,2	5,2	20,6	4,5	28,8	19,4	88,2	13,1	118,8	12,8
15 - 20	23	24,5	5,6	23,5	4,6	26,4	17,4	84,8	12,3	118,0	13,1
21 - 30	37	28,7	5,8	27,2	5,9	30,7	23,1	82,9	12,6	114,9	15,7
31 - 40	24	26,9	6,3	25,1	5,8	32,3	48,4	78,6	11,0	113,8	14,7
41 - 50	20	27,6	5,8	27,2	5,6	32,6	26,0	82,8	11,4	112,2	12,4
51 - ∞	16	24,1	5,2	23,6	5,0	29,6	21,5	75,6	10,5	101,5	12,4

Klasa wieku	N	Szybkość (czas 10 przysiadyń) [sek]		Moc (skok w dal z miejsca) [cm]		Głębokość (skłon tułowia) [cm]		Czas reakcji prostej [cm]		
		$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	N	$\bar{x}$	S
<b>Mężczyźni</b>										
3 - 6	13	11,0	1,3	85,0	23,7	+2,9	4,1	6	25,8	7,7
7 - 8	18	10,2	1,5	118,1	8,7	0,0	4,9	16	27,0	9,4
9 - 10	16	9,8	0,8	141,0	23,3	-0,5	7,9	15	19,9	3,9
11 - 12	32	9,5	0,8	154,7	18,8	-0,8	7,0	32	17,6	4,3
13 - 14	15	9,7	0,8	166,3	14,7	+2,1	6,2	15	15,4	6,5
15 - 20	16	10,5	1,4	206,0	25,0	+4,8	7,0	15	17,3	4,7
21 - 30	26	10,7	1,3	197,0	33,0	+4,1	7,8	26	17,2	6,2
31 - 40	25	11,5	2,2	186,8	34,8	+6,2	9,7	23	17,6	5,0
41 - 50	22	13,3	3,4	162,8	23,8	+4,3	8,3	22	19,4	3,6
51 - ∞	20	14,8	4,6	131,0	30,5	0,0	7,5	20	17,6	5,2
<b>Kobiety</b>										
3 - 6	12	13,6	4,1	78,7	23,6	+3,3	3,3	3	28,7	4,6
7 - 8	15	9,8	1,5	122,9	14,0	+1,7	5,1	12	24,5	5,4
9 - 10	14	9,7	0,9	137,1	19,0	+3,4	7,0	13	23,0	9,4
11 - 12	14	9,5	1,3	150,8	17,6	+1,7	6,1	14	17,9	5,0
13 - 14	18	9,9	1,1	158,8	17,6	+4,1	7,1	18	16,7	4,9
15 - 20	23	11,1	1,2	158,1	18,7	+7,1	5,4	23	16,9	4,2
21 - 30	37	12,1	2,3	145,6	29,2	+9,2	7,1	37	17,1	5,2
31 - 40	24	12,8	2,0	122,5	20,4	+6,9	5,8	24	16,8	4,8
41 - 50	20	14,7	2,5	106,1	17,7	+6,9	7,8	20	21,7	4,0
51 - ∞	16	17,1	4,3	82,4	24,2	+8,0	6,2	16	18,8	3,1

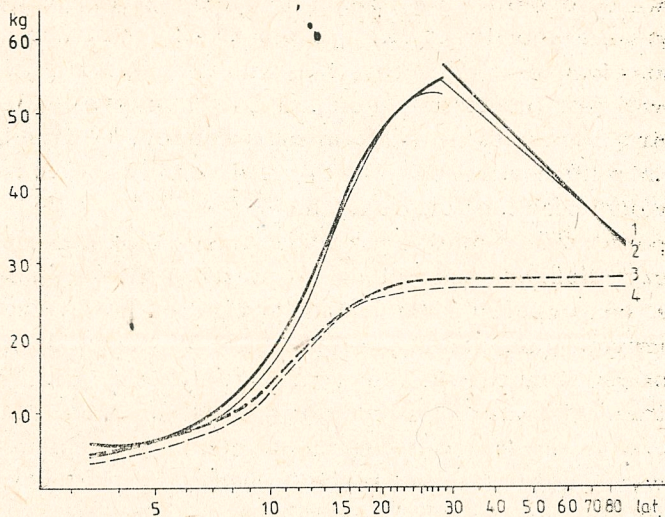


Tabela 4. Wartość współczynników asymetrii (*a*) i kurtosis (*k*) określających rozkłady badanych cech motorycznych

Klasa wieku	N	Siła mięśni zginaczy palców				Siła mięśni brzucha		Wytrzymałość-tętno				Szybkość (czas 10 przysiadów)	
		Ręka prawa		Ręka lewa		a	k	spoczynkowe		wysiłkowe		a	k
Mężczyźni													
3 - 6	13	-0,46	2,21	-0,77*	2,70	+0,96*	2,63	-1,01*	4,52	-0,20	2,79	+0,21	1,86
7 - 8	18	+0,16	2,50	+0,36	2,08	+1,41*	4,55	+0,58	2,43	-0,70*	2,98	+0,39	2,84
9 - 10	16	-0,30	3,48	-0,33	3,65	+0,33	1,78	-0,05	2,26	-0,08	3,81	+0,68*	2,54
11 - 12	32	+0,27	3,46	+0,45*	3,79	+0,17	1,93	+0,84*	3,44	+0,44	2,34	+1,48*	6,99*
13 - 14	15	-1,12*	4,22	-0,69*	2,73	+1,46*	5,27	-0,42	2,19	-0,98*	3,64	+0,42	1,95
15 - 20	16	-0,68*	2,49	-0,43	2,28	+0,31	2,69	+0,48	2,33	-0,38	2,22	+2,35*	8,79*
21 - 30	26	+0,38	2,27	+0,61*	2,42	+0,96*	3,55	+0,24	2,74	-0,34	2,70	+0,55*	2,19
31 - 40	25	+0,34	3,36	-0,29	1,96	+0,14	1,98	+0,02	2,17	-0,07	2,45	+1,14*	3,53
41 - 50	22	+0,26	2,91	+0,23	2,67	+0,64*	3,03	-0,16	2,27	-0,39	2,28	+1,25*	3,76
51 - ∞	20	-0,71*	3,44	-1,00*	4,19	+0,85*	2,49	+0,80*	3,42	+0,12	2,83	+1,62*	4,87
Kobiety													
3 - 6	12	+0,62	2,65	+0,49	2,46	+0,83*	2,33	-0,71*	2,44	-0,10	2,21	+2,02*	6,58*
7 - 8	15	-0,11	2,50	-0,83*	2,79	+0,93*	2,79	+0,26	2,55	-0,56	3,73	+2,22*	8,14*
9 - 10	14	+1,35*	5,19	+1,63*	6,08*	+0,49	2,18	-1,14*	1,29	-0,21	2,53	+0,53	1,93
11 - 12	14	+0,09	2,05	-0,35	2,61	+1,09*	3,93	+0,25	2,70	+0,17	1,76	+1,70*	5,52
13 - 14	18	+0,79*	2,51	+0,48	2,16	+1,11*	3,63	-0,19	2,12	-0,93*	3,55	+0,62*	3,55
15 - 20	23	-0,14	1,64	-0,78*	2,59	+1,19*	3,64	+0,62*	3,29	-0,25	2,75	+0,41	2,01
21 - 30	37	+0,18	2,30	+0,17	3,34	+1,27*	4,19	+0,41*	3,25	-0,22	2,70	+1,64*	7,86*
31 - 40	24	+0,40	2,81	+0,25	3,06	+3,82*	17,12*	-0,07	3,32	+0,52*	2,58	+0,44	2,49
41 - 50	20	+0,86*	4,06	+0,07	2,81	+1,36*	4,41	-0,27	1,99	-0,68*	3,32	-0,16	2,28
50 - ∞	16	-0,43	2,17	-0,27	1,71	+0,64*	2,34	+0,42	2,14	-0,95*	2,90	+0,88*	3,76
Mężczyźni													
Klasa wieku	N	Moc (skok w dal z miejsca)		Gibkość (skłon tułowia)				Czas reakcji prostej					
		a	k	a	k	E <sub>a</sub>	E <sub>k</sub>	N	a	k	E <sub>a</sub>	E <sub>k</sub>	
3 - 6	13	-0,29	2,73	+2,90	2,38	0,67	2,67	6	+0,41	1,98	0,98	3,92	
7 - 8	18	+0,45	2,64	-0,82*	2,52	0,59	2,25	16	+0,27	3,10	0,61	2,39	
9 - 10	16	-0,57	4,27	-0,14	1,79	0,61	2,39	15	-0,82*	3,03	0,63	2,47	
11 - 12	32	-0,18	2,56	-1,02*	3,79	0,43	1,70	32	+0,75*	3,48	0,43	1,70	
13 - 14	15	+0,15	2,01	-0,34	2,65	0,63	2,47	15	-0,56	3,21	0,63	2,47	
15 - 20	16	-1,18*	3,49	+0,23	1,66	0,61	2,39	15	-0,70*	3,96	0,63	2,47	
21 - 30	26	-0,72*	3,00	-0,52*	3,54	0,47	1,88	26	+0,45	2,64	0,47	1,88	
31 - 40	25	-0,38	2,44	-0,73*	3,49	0,49	1,92	23	+0,03	1,70	0,51	2,00	
41 - 50	22	+0,18	2,25	-0,43	1,97	0,51	2,04	22	-0,30	2,18	0,51	2,04	
51 - ∞	20	+0,40	2,27	-0,63*	2,47	0,53	2,16	20	-0,68*	3,36	0,53	2,16	
Kobiety													
3 - 6	12	+0,37	2,14	+0,05	1,67	0,69	2,76	3	+0,49	1,50	1,39	5,55	
7 - 8	15	+1,15*	3,66	-0,75*	2,60	0,63	2,47	12	+0,35	1,83	0,69	2,76	
9 - 10	14	+1,18*	5,91*	+0,99*	4,34	0,65	2,57	13	+0,75*	4,05	0,67	2,67	
11 - 12	14	-0,04	2,15	-0,69*	2,72	0,65	2,57	14	-0,57	2,52	0,65	2,57	
13 - 14	18	+0,27	2,59	+0,12	1,86	0,59	2,25	18	+0,74*	2,55	0,59	2,25	
15 - 20	23	+0,40	2,64	-0,16	2,91	0,51	2,00	23	+0,66*	2,91	0,51	2,00	
21 - 30	37	+0,22	2,67	-0,11	2,82	0,39	1,59	37	-0,05	3,32	0,39	1,59	
31 - 40	24	+0,13	2,27	+0,05	2,70	0,49	1,96	24	+0,33	2,06	0,49	1,96	
41 - 50	20	+0,59*	3,20	-0,27	2,11	0,53	2,16	20	-0,22	2,62	0,53	2,16	
50 - ∞	16	-0,38	2,51	-0,49	2,31	0,61	2,39	16	-0,13	1,82	0,61	2,39	

\* - istotne statystycznie odchylenie od wartości rozkładu normalnego

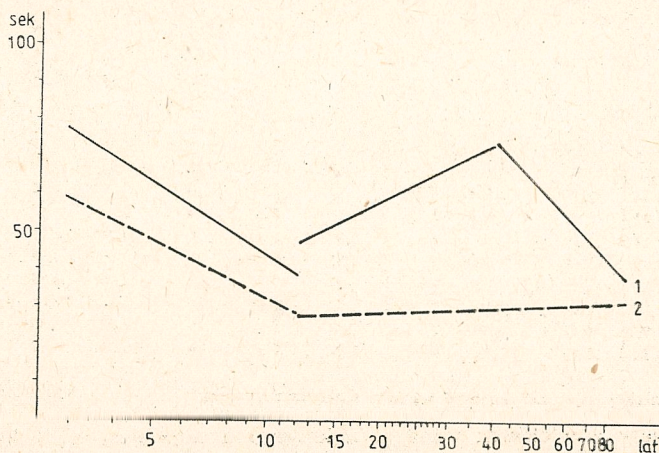




Rys. 9. Zmiany siły rąk z wiekiem

1 — ręka prawa u mężczyzn, 2 — ręka lewa u mężczyzn, 3 — ręka prawa u kobiet, 4 — ręka lewa u kobiet

życia przebiega zgodnie z krzywą logistyczną, po 30 roku życia jest ona prostoliniowa. U mężczyzn w rozwoju progresywnym można wyróżnić 2 etapy. W pierwszym tempo wzrostu jest stosunkowo wolne, natomiast drugi etap, rozpoczynający się około 12 roku życia i trwający do 30 roku życia, charakteryzuje się bardzo szybkim tempem wzrostu; dotyczy to zarówno prawej, jak i lewej ręki. Po osiągnięciu wartości maksymalnej, co następuje u mężczyzn około 30-40 roku życia, następuje wyraźny spadek siły obu rąk. Przeciętne wartości siły obu rąk u kobiet są prawie o 50% mniejsze niż u mężczyzn. Rozwój tej cechy u kobiet jest bardziej jednostajny i harmonijny, brak tu okresów znacznego przyspieszania i zwalniania tempa rozwoju. Rozwój progresywny siły obu rąk

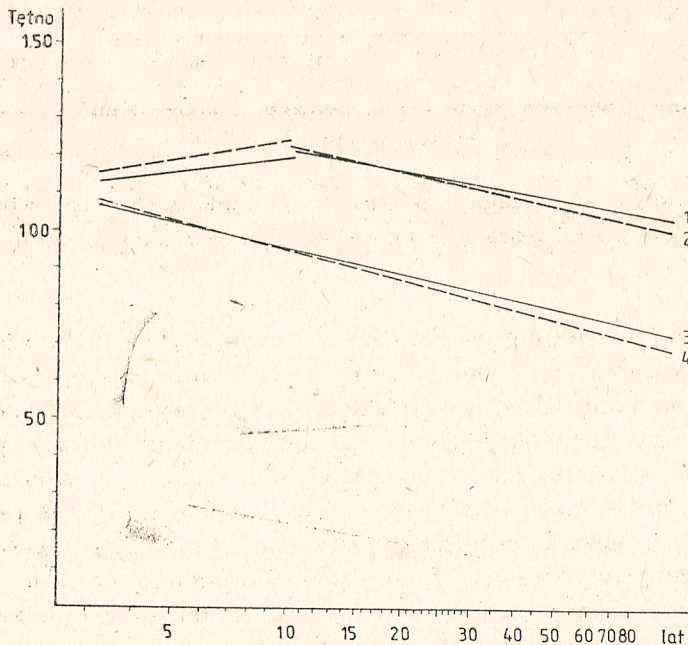


Rys. 10. Zmiany siły mięśni brzucha z wiekiem u mężczyzn (1) i kobiet (2)



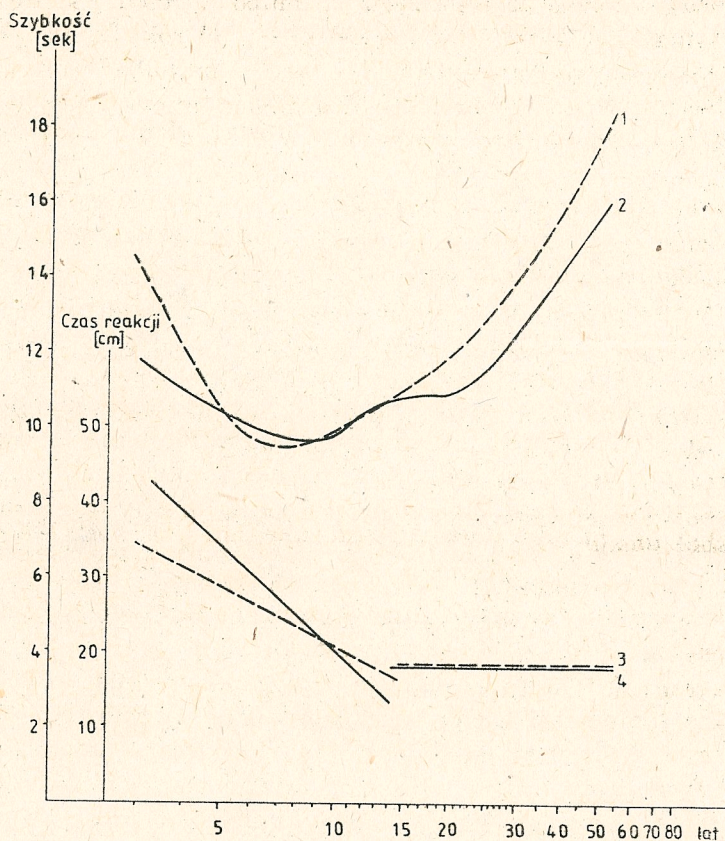
u kobiet trwa do około 25 roku życia, a tempo wzrostu jest wolne. Wartości maksymalne kobiety uzyskują około 20 - 30 roku życia, potem następuje spadek wartości tej cechy. Zarówno u mężczyzn, jak i u kobiet siła ręki lewej jest przeciętnie mniejsza aniżeli prawej; jest to związane z asymetrią funkcjonalną i lateralizacją funkcji. W przebiegu rozwoju siły mięśni zginaczy palców obu rąk można zauważyć duże podobieństwo z rozwojem cech morfologicznych.

Wynik pomiaru siły mięśni brzucha poprzez określenie czasu utrzymania kończyn dolnych pod kątem  $45^\circ$  w pozycji leżącej zależy w dużym stopniu od proporcji ciała badanego oraz od wielu czynników pozamorfologicznych (np. stanu psychicznego). W rozwoju ontogenetycznym siły mięśni brzucha u kobiet można wyróżnić dwa okresy, a u mężczyzn trzy. Pierwszy etap u kobiet trwa do około 12 roku życia i charakteryzuje się liniową, ujemną korelacją z wiekiem. W okresie pokwitaniowym można zaobserwować znaczne zwiększenie siły mięśni brzucha (tab. 3), która potem wyraźnie spada. Powyżej 12 roku życia zależność jest także liniowa, ale o znaku dodatnim, następuje nieznaczne polepszenie się wartości siły mięśni brzucha trwające aż do późnego wieku. U mężczyzn pierwszy okres trwa do około 12 roku życia, drugi od 12 do 40 roku życia, a trzeci powyżej 40 roku życia. Chłopcy w wieku przedszkolnym uzyskują wysoką wartość siły mięśni brzucha, która do około 12 roku życia spada, następnie ulega zwiększeniu i około 25



Rys. 11. Zmiany z wiekiem: tętna wysiłkowego u mężczyzn (1) i kobiet (2) oraz spoczynkowego u mężczyzn (3) i kobiet (4)





Rys. 12. Zmiany z wiekiem: szybkości u mężczyzn i kobiet (odp. 1 i 2) oraz czasu reakcji prostej (3 i 4)

roku życia mężczyźni osiągają po raz drugi maksimum siły, która utrzymuje się na wysokim poziomie do około 45 roku życia, potem wyraźnie spada.

**Szybkość.** Według W. M. Zaciorskiego [1970] szybkość to zdolność człowieka do wykonania ruchów w minimalnym dla danych warunków odcinku czasu (przy założeniu, że wykonanie zadania nie trwa długo i nie wywołuje zmęczenia). Wyodrębnia się trzy podstawowe formy przejawiania się szybkości: a) czas reakcji — związany głównie z szybkością odbioru bodźców i przewodzeniem impulsów przez drogi nerwowe, b) prędkość pojedynczego ruchu i c) częstotliwość ruchów jednostkowych. Szybkość ruchów człowieka zależy głównie od stanu jego układów mięśniowego i nerwowego, ale także od ogólnego stanu fizjologicznego i psychicznego organizmu. Ponieważ wiele z tych warunkowań zmienia się w rozwoju ontogenetycznym, również szybkość ruchów zmienia się wraz z wiekiem.



Najczęściej stosowaną miarą szybkości jest czas w jakim zostaną wykonane wybrane czynności ruchowe lub też liczba tych czynności wykonywanych w określonym czasie. W niniejszej pracy wykorzystano dwie próby: pierwsza polegała na pomiarze czasu wykonania 10 przysiadów, w drugiej mierzono czas reakcji prostej według metody H. Pierona.

W rozwoju ontogenetycznym szybkości mierzonej czasem wykonania 10 przysiadów wyróżniono u kobiet i u mężczyzn trzy okresy. Dla wieku przedszkolnego obu płci charakterystyczne jest skracanie czasu wykonania 10 przysiadów. Jest to związane z osiąganiem przez dzieci coraz lepszej koordynacji ruchów całego ciała. Największa szybkość, czyli najkrótszy czas wykonania 10 przysiadów, jest osiągana bardzo wcześnie, bo około 11-12 roku życia, a jej wielkość jest jednakowa u dziewcząt i u chłopców (tab. 3), ale u dziewcząt tempo rozwoju progresywnego tej cechy jest wyższe. W dalszych etapach ontogenezy czas wykonania 10 przysiadów ulega zwiększeniu. Zmiany regresywne wyraźniej uwidaczniają się u kobiet, co ma związek z fizjologiczną funkcją kobiety oraz z większą tendencją do otyłości. Spadek szybkości u osób dorosłych może być także wynikiem zmęczenia, które narasta w miarę wykonywania kolejnych przysiadów.

Czas reakcji, to jest czas upływający od zadziałania bodźca do momentu zapoczątkowania ruchu, zależy przede wszystkim od: a) narządu zmysłowego, na który działa bodziec, b) siły bodźca, c) stanu organizmu, d) dodatkowej motywacji, która może przyspieszać czas reakcji oraz e) nastawienia przygotowawczego badanych. Reakcja prosta to odpowiedź z góry wiadomym ruchem na z góry wiadomy, nagle pojawiający się bodziec.

Przebieg rozwoju ontogenetycznego czasu reakcji prostej, zarówno u kobiet jak i u mężczyzn, można opisać za pomocą równań dwóch prostych: jedną obejmuje dzieci do 14 roku życia, druga pozostałe kategorie wieku. Do 14 roku życia czas reakcji prostej jest skorelowany z wiekiem ujemnie, tzn. skraca się w rozwoju. Nachylenie prostych regresji wskazuje na wyższe tempo rozwoju progresywnego tej cechy u chłopców, także jej przeciętne wartości są niższe u dziewcząt. Najkrótszy czas reakcji jest osiągany około 13-14 roku życia u obu płci. Po 14 roku życia zależność czasu reakcji prostej od wieku praktycznie zanika i dopiero między 40-50 rokiem życia można zauważyć pewne pogorszenie czasu reakcji (tab. 3), które bardzo wyraźnie występuje u kobiet, co prawdopodobnie ma związek z występującym w tym wieku klimakterium.

Wytrzymałość. Kolejną cechą motoryczną rozpatrywaną w niniejszej pracy jest wytrzymałość, która wyraża zdolność organizmu do długotrwałego wysiłku bez obniżania jego wydajności [Zaciorski



1970] i zależy nie tylko od funkcji układu mięśniowego, jak to było w przypadku szybkości i siły, lecz przede wszystkim od sprawności układu krążenia i oddychania. Cecha ta charakteryzuje głównie wegetatywną obsługę aparatu ruchowego. Wytrzymałość człowieka potocznie zwana kondycją, oznacza odporność na zmęczenie powodujące obniżenie rozwijanej mocy lub spadek szybkości ruchu. Wytrzymałość najczęściej mierzy się wynikiem długotrwałej próby o określonym wysiłku (zwykle długiego biegu), można jednak zamiast tej sportowej próby zastosować pomiar wydolności krążeniowo-oddechowej w tzw. próbach czynnościowych, które opierają się głównie na pomiarze tętna i ciśnienia tętniczego krwi w spoczynku, po zmianie pozycji ciała, bądź też po wykonaniu określonego wysiłku fizycznego.

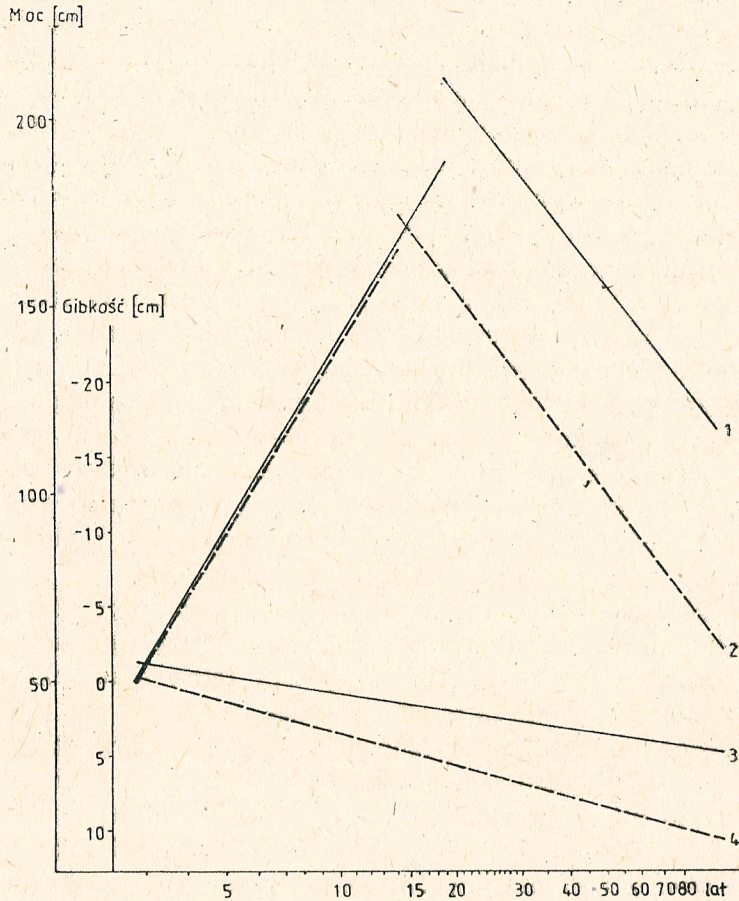
W niniejszej pracy miernikiem wytrzymałości są zmiany tętna spoczynkowego i wysiłkowego. Liczba skurczów serca zależy od pojemności wyrzutowej serca (im mniejsza pojemność tym większa częstość tętna), intensywności wysiłku, pozycji ciała, czasu trwania wysiłku oraz indywidualnych cech badanego (wiek, płeć, aktywność ruchowa, wytrenowanie).

Zależność częstości tętna spoczynkowego od wieku ma charakter prostoliniowy; kierunek linii regresji jest ujemny (zmniejszanie częstości skurczów serca z wiekiem). Tempo spadku tętna spoczynkowego jest szybsze u kobiet, choć nie są to zmiany duże.

Po wykonaniu wysiłku fizycznego częstość skurczów serca wzrasta. Podczas wysiłku o takiej samej intensywności tętno u kobiet jest przeciętnie wyższe niż u mężczyzn. Jest to wynikiem mniejszej pojemności wyrzutowej serca (mniejsze rozmiary serca) u kobiet. Zmiany tętna wysiłkowego wraz z wiekiem przedstawiono dla obu płci za pomocą dwóch równań regresji. Do 10 roku życia tętno to wzrasta, a wzrost ten jest szybszy u dziewcząt. Po 10 roku życia zależność tętna wysiłkowego od wieku jest także liniowa, ale ujemna. Tempo spadku jest minimalnie wyższe u kobiet.

**G i b k o ś ć.** Według W. Z a c i o r s k i e g o [1970] gibkość jest to umiejętność wykonania ruchów z dużą amplitudą. Określając gibkość badanych wykonywano pomiar skłonu tułowia w przód. Gibkość jako cecha motoryczna jest silnie związana z wiekiem. Przeciętna gibkość kobiet we wszystkich okresach ontogenezy ma wartości dodatnie, natomiast u chłopców około 8 - 13 roku życia gibkość jest ujemna. Kobiety najlepszą gibkość uzyskują około 25 roku życia, a mężczyźni dopiero około 35 roku życia. Rozwój progresywny tej cechy u mężczyzn trwa dłużej i charakteryzuje się wolniejszym tempem. Po 35 roku życia u mężczyzn następuje znaczny spadek gibkości (tab. 3), natomiast u kobiet tylko nieznacznie maleje jej wartość. Gibkość to cecha, w której kobiety osiągnęły wyraźnie lepsze wyniki od mężczyzn praktycznie przez całe życie.





Rys. 13. Zmiany z wiekiem: mocy u mężczyzn i kobiet (odp. 1 i 2) oraz gibkości (3 i 4)

Moc. Ostatnią cechą motoryczności rozpatrywaną w tej pracy jest moc, która jest cechą złożoną, określającą stosunek zachodzący pomiędzy siłą i prędkością w złożonych czynnościach i działaniach ruchowych. Określa ona zdolność osobnika do celowego wyzwolenia maksimum siły w jak najkrótszym czasie. Za wyznacznik tej cechy przyjęto skok w dal z miejsca. W rozwoju ontogenetycznym mocy kobiet i mężczyzn można wyróżnić dwa etapy, którym odpowiadają dwie proste regresji. Rozwój progresywny mocy charakteryzuje się jednakowym tempem wzrostu dla obu płci, przy czym u kobiet trwa on do około 15 roku życia, natomiast u mężczyzn do około 20 roku życia. Drugi etap to rozwój regresywny, w którym tempo spadku odczytane z wielkości kąta nachylenia prostych regresji jest wyższe u kobiet.



## DYSKUSJA

Rozwój osobniczy cech morfologicznych zbadanych w niniejszej pracy można przedstawić za pomocą krzywych logistycznych i odpowiadających im funkcji matematycznych, które określają ogólną prawidłowość rozwoju rozmiarów organizmu (cech metrycznych). Spośród zbadanych cech motorycznych tylko dla rozwoju siły mięśni zginaczy palców rąk można dobrać krzywą logistyczną. Zmiany pozostałych cech, dotyczących innych aspektów motoryki w ontogenezie człowieka są bardziej

Tabela 5. Charakterystyka liczbowa parametrów krzywych logistycznych i prostych regresji dla cech morfologicznych i motorycznych

Cecha		Krzywa logistyczna				Proste regresji		
		$y_0$	$y_1$	$c$	$w$	$a$	$b$	$r$
Ciężar ciała	K	13	66	12,7	-0,12			
	M	17	73	13,0	-0,15			
Obwód klatki piersiowej	K	500	950	13,0	-0,115			
	M	530	980	13,3	-0,12			
Kończyna górna (a-da)	K	380	700	7,8	-0,165			
	M	380	780	9,1	-0,14			
Kończyna dolna (B-xy)	K	455	835	8,5	-0,17	987,7	-108,5	-0,95
	M	445	905	9,15	-0,15	1002,1	-75,6	-0,89
Wysokość ciała	K	970	1610	8,8	-0,18	1867,2	-174,6	-1,00
	M	990	1740	9,8	-0,165	2042,1	-207,6	-1,00
Siła mięśni zginaczy palców	K	2,0	27,5	10,5	-0,14			
	M	2,0	54,0	13,0	-0,125	129,7	-50,0	-1,00
Gibkość (skłon tułowia)	K	2,0	26,5	10,8	-0,14			
	M	2,0	54,0	13,5	-0,125	121,7	-45,5	-1,00
Tętno spoczynkowe	K					-3,7	7,0	+0,81
	M					-2,6	3,7	+0,45
Tętno wysiłkowe	K					119,6	-24,9	-0,93
	M					116,3	-20,9	-0,92
	K					105,7	18,8	+0,92 I
	M					143,1	-20,6	-0,92 II
Moc (skok w dal z miejsca)	K					106,5	13,0	+0,78 I
	M					139,5	-17,6	-0,92 II
Czas reakcji prostej	K					-28,7	168,5	+1,00 I
	M					329,3	-134,9	-0,99 II
	K					-28,8	172,1	+1,00 I
	M					375,7	-130,0	-0,96 II
	K					46,0	-25,4	-0,97 I
	M					średnia ważona = 18,0 II		
Siła mięśni brzucha	K					66,06	-45,5	-0,97 I
	M					średnia ważona = 17,8 II		
	K					82,1	-47,82	-1,00 I
	M					22,69	5,04	+0,56 II
	K					107,89	-64,13	-0,88 I
	M					-7,59	50,94	+0,92 II
						247,32	-107,69	-1,00 III

K - kobieta, M - mężczyzna,  $y_0$  - asymptota dolna,  $y_1$  - asymptota górna (obie asymptoty podane w jednostkach badanych cech),  $c$  - wiek największego tempa rozwoju (w latach),  $w$  - tempo (w jednostkach niemianowanych)

$a$  - punkt przecięcia z osią OY,  $b$  - współczynnik regresji,

$r$  - współczynnik korelacji; I, II, III - wartości kolejnych równań regresji dla cech, których rozwój w kolejnych odcinkach ontogenezy opisywały różne proste.



skomplikowane i nie dają się łatwo opisać za pomocą jednej funkcji dla całego rozwoju.

Rozwój siły mięśni zginaczy palców rąk w badanej próbie osiąga najwyższe tempo wzrostu u kobiet około 11 roku życia, a u mężczyzn około 13 roku życia (tab. 5). Wysoki poziom wartości tej cechy utrzymuje się przeciętnie do około 40 roku życia (duża zmienność indywidualna) dla obu płci. Linie rozwojowe tej cechy przedstawione w niniejszej pracy wykazują dużą zgodność przebiegu z liniami uzyskanymi przez D. Elżanowską i A. Siniarską [1982] na materiale zebranym w latach 1976 - 77 i obejmującym ludność od 2 do 84 roku życia. Podobne rezultaty uzyskali również N. Wolański i J. Pażikowa [1976].

D. Elżanowska i A. Siniarska [1982] w rozwoju siły mięśni brzucha wyróżniają u kobiet i u mężczyzn trzy okresy: okres dzieciństwa, w którym wyniki są podobne dla dzieci obu płci, drugi okres, w którym następuje obniżenie wartości tej cechy związane z kwitaniem oraz okres ponownego zwiększania wartości tej cechy. Spadek wartości siły mięśni brzucha w badanych przez autorki grupach następuje po 40 roku życia, z wcześniejszym zaznaczeniem go u mężczyzn. Ludność Wielkopolski (badania własne) charakteryzuje się podobnym przebiegiem rozwoju osobniczego tej cechy. W przedstawionych przez wymienione autorki danych dla różnych grup ludności występują pewne różnice, których przyczyną może być mała liczebność w klasach wieku, błąd pomiaru oraz inne czynniki związane z techniką badań i opracowaniem materiału.

Trzecim zespołem mięśniowym badanym w niniejszej pracy są mięśnie kończyn dolnych, których siła w połączeniu z szybkością wykonania określonego ćwiczenia ruchowego przez badanych warunkuje wielkość mocy jako cechy motorycznej. Do pomiaru mocy ludności Wielkopolski (badania własne) wykorzystano skok w dal z miejsca, natomiast D. Elżanowska i A. Siniarska [1982] oraz N. Wolański i J. Pażikowa [1976] mierzyli tę cechę wyskokiem dosiężnym Sargenta. Mimo zastosowania różnych ćwiczeń ruchowych do pomiaru tej samej cechy motoryczności, wyniki wykazują duże podobieństwo.

Szybkość ma bardziej złożony mechanizm niż siła, przejawia się w większej liczbie postaci, jest trudniejsza do zmierzenia, a więc i do śledzenia w rozwoju ontogenetycznym. Trzy podstawowe formy przejawiania się szybkości (czas reakcji, prędkość pojedynczego ruchu i częstotliwość ruchów jednostkowych) są względnie niezależne od siebie. W szczególności dotyczy to czasu reakcji. Wszystkie próby ruchowe wykorzystywane do pomiaru szybkości jako cechy motorycznej charakteryzuje połączenie tych trzech form. Przebieg rozwoju ontogenetycznego tej cechy wykazuje pewne różnice wynikające między innymi ze sposobu pomiaru.

Czas reakcji mierzony według metody H. Pierona (badania własne)



do 14 roku życia jest skorelowany z wiekiem ujemnie, tzn. że skraca się w rozwoju, natomiast po 14 roku życia zależność między wielkością tej cechy a wiekiem praktycznie nie istnieje. D. Elżanowska i A. Siniarska [1982] badając czas reakcji ręki na sygnał świetlny i sygnał akustyczny uzyskały obraz odmienny od stwierdzonego w niniejszej pracy. Stwierdziły one spadek czasu reakcji z wiekiem u dzieci i ponowny przyrost po około 25 roku życia, którego nie obserwowaliśmy wśród ludności Wielkopolski. Różne warunki pomiaru mogą być przyczyną tej rozbieżności.

Badając czas wykonania 10 przysiadów stwierdzono zgodność wyników uzyskanych przez chłopców w wieku 3 - 18 lat z wynikami badań Z. Drodowskiego [1979] (brak innych materiałów do porównań). Warto zauważyć, że przebieg zmian z wiekiem tej cechy jest w zasadzie zbliżony ze zmianami czasu reakcji stwierdzonymi przez D. Elżanowską i A. Siniarską [1982]: w obu przypadkach wartość cechy najpierw spada z wiekiem, w okresie około 20 - 30 lat stabilizuje się, a następnie wzrasta.

Kolejna cecha motoryczna rozpatrywana w niniejszej pracy to wytrzymałość, której zmienność ontogenetyczną ukazano na podstawie zmian z wiekiem częstości tętna spoczynkowego i wysiłkowego. Tętno spoczynkowe wykazuje dość duże zróżnicowanie międzypopulacyjne [Kozioł, Wolański 1982] oraz spadek częstości wraz z wiekiem potwierdzony także w niniejszej pracy. Częstość tętna wysiłkowego w badanej przez nas próbie mierzono po wykonaniu 10 przysiadów. R. Kozioł i N. Wolański [1982] badali wielkość tej cechy po 2 minutach step-testu (czas wykonania 10 przysiadów przez badanych rzadko przekraczał 2 minuty). W obu przypadkach uzyskano wzrost tętna wysiłkowego do około 10 - 11 roku życia. Dla ludności Wielkopolski po 10 roku życia charakterystyczny jest spadek wartości tej cechy, natomiast dla poszczególnych grup badanych przez R. Kozioła i N. Wolańskiego [1982] stwierdzono drugi wyraźny wzrost częstości tętna wysiłkowego przypadający na okres od 15 - 22 roku życia, po którym następuje spadek.

Gibkość to cecha, w której kobiety uzyskują wyraźnie lepsze wyniki od mężczyzn. Kobiety z Wielkopolski uzyskują najlepsze wyniki w gibkości około 25 roku życia, natomiast mężczyźni około 35 roku życia. Według D. Elżanowskiej i A. Siniarskiej [1982] zmiany gibkości kręgosłupa z wiekiem przebiegają podobnie w poszczególnych populacjach. Charakterystyczne jest bardzo wczesne (około 3 - 4 roku życia) uzyskiwanie dużej gibkości, jednak dla większości grup badanych przez wymienione autorki okres maksymalnej wielkości tej cechy zaznacza się w wieku 10 - 12 lat u obu płci.

Pomiar cech motorycznych za pomocą odpowiedniego zestawu ćwiczeń ruchowych jest dość daleki od ideału. Wynika to stąd, że każdy ruch wymaga siły, szybkości, zręczności, mocy, gibkości i wytrzymałości.



Występuje więc wzajemna zależność cech czynności ruchowej, co wyklucza „wyłączność” pomiarów. Oceniając rozwój osobniczy parametrów sprawności fizycznej należy wykonać szereg pomiarów tej samej cechy za pomocą kilku lub kilkunastu czynności ruchowych. W im większym stopniu następuje zaangażowanie jednej z cech motorycznych, tym ćwiczenie jest bardziej reprezentatywne dla jej oceny. Uzyskanie dokładniejszego obrazu rozwoju osobniczego sprawności fizycznej wymaga przeprowadzenia dalszych badań, które obejmowałyby populacje różnych środowisk.

#### WNIOSKI

Rozwój cech motorycznych wykazuje zróżnicowanie kierunku w całym okresie życia osobniczego; cechy bliżej związane z homeostazą organizmu ludzkiego wykazują mniejsze zmiany niż specyficzne cechy jednostronnej sprawności fizycznej (np. skok w dal).

Jeśli przedmiotem badań są cechy motoryczne, nie do utrzymania jest klasyczny podział rozwoju osobniczego na trzy etapy: wzrastania, stabilizacji i inwolucji, ponieważ szczyt sprawności fizycznej dla różnych cech przypada w różnym wieku (allometria rozwoju).

#### PIŚMIENNICTWO

- Barański A., 1969, *Próba klasyfikacji nominalnych definicji znamion motoryczności człowieka*, Wych. Fiz. i Sport, 3, 66.
- Demel M., A. Skład, 1974, *Teoria wychowania fizycznego dla pedagogów*, Warszawa.
- Drozdowski S., Z. Drozdowski, 1975, *Pomiar sprawności fizycznej ogólnej i specjalnej*, Skrypty AWF w Poznaniu, nr 24.
- Drozdowski Z., 1979, *Antropologia sportowa. Morfologiczne podstawy wychowania fizycznego i sportu*, Podręczniki AWF w Poznaniu, nr 12.
- Elżanowska D., A. Siniarska, 1982, *Sprawność psychomotoryczna ludności z terenów o różnym stopniu uspołecznienia*, [w:] Ekologia populacji ludzkich, Warszawa, 667.
- Gilewicz Z., 1964, *Teoria wychowania fizycznego*, Warszawa.
- Godycki M., 1956, *Zarys antropometrii*, Warszawa.
- Góralski A., A. Wierciński, 1964, *An attempt to formalize a concept of the phylo- and ontogeny of the human skull*. Report of the VIth International Congress on Quaternary, Łódź, 4, 259.
- Kaczanowski K. (red.), 1982, *Rozwój dzieci i młodzieży w rejonie Huty Katowice na tle populacji dorosłych; normy rozwojowe*, Zeszyty Naukowe UJ, Prace Zoologiczne, 28, Warszawa—Kraków.
- Kozioł R., N. Wolański, 1982, *Właściwości oddechowo-krażeniowe ludności z terenów o różnym stopniu uprzemysłowienia*, [w:] Ekologia populacji ludzkich, Warszawa. 397.



- Malinowski A. (red.), 1976, *Dziecko poznańskie. Normy i metody kontroli rozwoju fizycznego*, Wyd. UAM, seria Antropologia nr 3, Poznań.
- Malinowski A. (red.), 1978, *Dziecko wielkopolskie. Normy rozwoju fizycznego dzieci i młodzieży z różnych środowisk Wielkopolski*, Wyd. UAM, seria Antropologia nr 5, Poznań.
- Meinel K., 1967, *Motoryczność ludzka. Zarys teorii czynności sportowych i działań ruchowych z punktu widzenia pedagogicznego*, Warszawa.
- Pearl R., 1906-1907, *The Calculation of the Probable Errors of Certain Constants of the Normal Curve*, *Biometrika* 5, 190, Cambridge Press.
- Roche A. F., 1980, *The analysis of serial data*. *Studies in Physical Anthropology*, 6, 71.
- Wolański N., J. Pażikowa, 1976, *Sprawność fizyczna a rozwój człowieka*, Warszawa.
- Zaciorski W. M., 1970, *Kształtowanie cech motorycznych sportowca*, Warszawa.

Zakład Antropologii UAM  
ul. Fredry 10, 61-701 Poznań

#### ONTOGENETIC DEVELOPMENT OF PHYSICAL EFFICIENCY IN THE AGE FROM 3 TO 80 YEARS AGAINST THE BACKGROUND OF THE DEVELOPMENT OF BODY STRUCTURE TRAITS

by ELŻBIETA PAWŁOWSKA

Physical efficiency is a proof of the maturity degree and efficiency of the organism demonstrated primarily in physical efforts.

The evaluation of the physical development according to the morphological criterion is based on the measurements of different traits of body structure. Statistical analysis of morphological traits has shown that the trend of ontogenetic development of these traits agrees with the course of the logistic curve.

The maximum growth rate of the studied morphological traits (puberty leap) is reached earlier by women which is connected with their shorter growing period. Among the motoric traits studied in this work, the logistic curve can be adapted only for the development of the grip of finger flexors, changes in the remaining traits referring to other aspects of motorics in the human ontogenesis are more complicated and cannot be easily described with the help of one function for the total development. In the development of the abdominal muscle force in women and in men, the following periods can be distinguished: the childhood period lasting until about the 12th year of age characterized by a drop in the value of this trait for children of both sexes. After the age of 12 years, in girls the force of abdominal muscles is slightly better and it is maintained at this level until an old age, whereas in boys after the age of 12 years the value of this trait increases and about the age of 25 years men reach a second maximum of force (the first maximum is characteristic for the pre-school age). This high value of the force of abdominal muscles in men is maintained until about the 45th year of age, then it distinctly falls down. In the ontogenetic development of the speed measured by the time of executing 10 knee bendings, three periods can be distinguished in women and in men. In the pre-school age there occurs a shortening of the time for executing 10 knee bendings, the shortest time is reached in the age of about 11-12 years for both sexes (the rate of progressive development of this trait is higher in girls). In the further stages of ontogenesis the time of executing 10 knee bendings becomes longer.



The speed measured by the time of simple reaction is negatively correlated with age in girls and boys until the 14th year of age, i.e. it is getting shorter with the development.

The resistance measure in this work are the changes in the rest and effort heartbeats rates. The dependence of rest heart rate frequency on the age has a linear character, the trend of the regression line is negative. After physical effort the frequency of heart contraction increases. Until the 10th year of age effort heart rate increases (faster in girls), whereas after the 10th year of age the dependence of effort heart rate on age is also linear but negative.

Flexibility as a motoric trait is strongly age related. The average values of this trait in women in all periods of ontogenesis are positive, whereas in boys in the age of 8-13 years the flexibility is negative. Women reach their greatest flexibility in the age of about 25 years, and in men this takes place as late as about the 35th year of age. After 35 years of age in men there occurs a considerable drop of flexibility, whereas in women it only slightly diminishes.

The last trait of motoric activity analysed in this work is the force. The progressive development of force is characterized by an equal increasing rate for both sexes, whereas in women it lasts until about the 15th year of age, and in men until about the 20th year of age, then there follows a drop in the value of the trait, its speed being faster in women.

The development of motoric traits shows a differentiation of the trend in the period of the whole life of an individual; traits closer related with the homeostasis of the human organism show smaller changes than specific traits of unilateral physical efficiency (e.g. long jump). When motoric traits are the subject of studies, the classical division into three stages: growth, stabilization, and involution cannot be maintained since the peak of physical efficiency for different traits falls in different age periods (developmental allometry).