

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА МОРФОЛОГИЯ,
ПАТОЛОГИЯ И АНТРОПОЛОГИЯ С МУЗЕЙ
Директор: Проф. Светлозара Петкова, доктор

Албена Бориславова Димитрова

**Морфофункционална антропометрична
характеристика на 8-17 годишни тенисисти**

АВТОРЕФЕРАТ

**на дисертационен труд
за присъждане на образователната и научна степен
“доктор”
по специалност “Антропология”, шифър 01.06.01
професионално направление 4.3. Биологични науки**

София 2020

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА МОРФОЛОГИЯ,
ПАТОЛОГИЯ И АНТРОПОЛОГИЯ С МУЗЕЙ
Директор: Проф. Светлозара Петкова, доктор

Албена Бориславова Димитрова

**Морфофункционална антропометрична
характеристика на 8-17 годишни тенисисти**

АВТОРЕФЕРАТ

**на дисертационен труд
за присъждане на образователната и научна степен
“доктор”
по специалност “Антропология”, шифър 01.06.01
професионално направление 4.3. Биологични науки**

Научен консултант:

доц. д-р Ивайла Янкова Иванова-Пандурска

Рецензенти:

**проф. д-р Мария Василева Тотева, дмн
доц. д-р Рачо Стефанов Стоев**

София 2020

Дисертационният труд е одобрен и насочен за защита от Научния колегиум на Института по експериментална морфология, патология и антропология с музей при БАН.

Дисертационният труд е написан на 273 страници и е онагледен с 45 Таблици и 157 фигури. Цитирани са 205 литературни източника, от които 41 на кирилица и 164 на латиница.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на **24.11.2020 г. от 11 часа** в заседателната зала на ИЕМПАМ- БАН, ул. „Акад. Г.Бончев“, бл. 25.

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в секретариата на Института по експериментална морфология, патология и антропология с музей при БАН, София, ул. „Акад. Г.Бончев“, бл. 25.

ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ

ИМР - индекс на междуполови различия	ОМ-к - обиколка на мишница-контрахирана
V – коефициент на вариация	КР - контрактилна разлика
АП – абсолютен прираст	ОПр - обиколка на предмишницата
ПМТ – подкожна мастна тъкан	ОГрс - Обиколка на гривнена става
ОХ – обиколка ханш	ОБ - обиколка на бедро
ОК - обиколка корем	ОП - обиколка на подбедрица
ИТМ - индекс на телесната маса	ОГ - обиколка на глезен
ТМ - телесни мазнини	КГл - КГ под лопатката
%ТМ - процент телесни мазнини	КГр - кожна гънка X-то ребро
АТМ - активна телесна маса	КГсупраил - КГ супраилиачна
LBM - LeanBodyMass	КГтр - КГ трицепс
ОКВ - общо количество вода в организма	КГ бицепс - КГ бицепс
ММ - мускулна маса	КГпр -Кг предмишница
СЗД - свързана със здравето дееспособност	КГб - КГ бедро
ДГК - Дължина на горен крайник	КГп - КГ подбедрица
ДМ - Дължина на мишница	ММОМ - мускулно-мастно отношение на мишницата
ДПр - Дължина на предмишница	ММОПр - мускулно-мастно отношение на предмишницата
ДДК - Дължина на долен крайник	ММгкр -мускулна маса на горен крайник
ДБ - дължина на бедро	ММдкр - мускулна маса на долен крайник
ДП -дължина на подбедрица	%ТМгкр - мастна маса на горен крайник в %
В-сф – височина до сферион	ТМгкр - мастна маса на горен крайник в кг
ДР - дължина на ръката без палец	%ТМдкр - мастна маса на долен крайник в %
ШР - ширина на ръката	ТМдкр - мастна маса на долен крайник в кг
ЕДХ - епикондиларен диаметър на хумеруса	Сбор от 9 КГ - Сбор от 9 кожни гънки
ЕДФ - епикондиларен диаметър на фемура	ИЕ - индексни единици
ДОР -диаметър на обхвата на ръката	ЕА - единици за асиметрия
ОМ-о - обиколка на мишница-отпусната	
ДШИР -дължинно-широчинен индекс на ръката	
ИМИ - интермембрален индекс	

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Една от основните задачи на съвременната физическа антропология е изучаването и оценката на многообразието при антропометричната характеристика на човека в постнаталната онтогенеза. Това многообразие зависи, както от генетичната детерминираност, така и от въздействието на околната среда, вида и спецификата на физическата дейност на индивида в бита, труда, спорта и т.н. В зависимост от продължителността и характера на това въздействие различните морфологични телесни структури реагират променяйки се (т.е. адаптирайки се). В широката палитра от научни направления за медикобиологични изследвания на човека, физическата антропология разполага с адекватен и богат методичен апарат. Тя използва целенасочено разработени и утвърдени антропометрични методики, обезпечени със съответна стандартизирана измерителна апаратура за изследване на всяка телесна част, област, орган, които вземат участие при различни видове спортна и физическа дейност – двигателна, статична, с или без теглови натоварвания и т.н.

Съвременното развитие на спорта изисква по-детайлно изучаване на антропометричния статус на спортистите и разкриване на зависимостите между тяхната морфологична структура и функционалните им възможности, тъй като спецификата на физическите характеристики на спортистите в дадена спортна дисциплина допринася за техните спортни постижения. Това може да се осъществи чрез постоянен контрол на антропометричните характеристики на спортистите на всеки етап от спортната им практика.

Антропометрично установените признаци, чиито промени могат да се свържат с упражняваната физическа дейност при дадения вид спорт са всъщност необходимите маркери за целенасочена селекция, контрол и превенция в съответната спортна дисциплина за постигане на добри спортни резултати.

II. ОБОБЩЕНА ОЦЕНКА НА ЛИТЕРАТУРНИЯ ОБЗОР И ПОСТАНОВКА НА ПРОБЛЕМА

На базата на направения преглед на 205 литературни източника се установи, че в областта на антропологията има много проучвания на морфо-функционалния статус на деца, подрастващи и израснали, но са оскъдни изследванията, изучаващи зависимостите между антропометричния статус на индивида и морфологичната асиметрия, като резултат от въздействието на различни фактори (битова, трудова, спортна дейност, заболявания и др.).

С оглед на високата актуалност на проблема и липсата на задълбочени съвременни изследвания в България свързани с изучаването на телесния състав и антропометричната асиметрия, възникнала в резултат на активното натоварване при спортистите в тениса, си поставихме следната цел:

III. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Цел на дисертационния труд:

Да се направи сравнителна морфофункционална антропометрична характеристика на активно спортуващи тенис на корт и неспортуващи подрастващи и да се отдиференцират група признаци имащи значение, както за селекцията на спортистите така и за медико-биологичния контрол през различните етапи от спортната им практика.

За постигането на целта си поставихме следните **задачи**:

1. Да се проведе антропометрично изследване и биоимпедансен анализ на 8-17 годишни спортуващи и неспортуващи ученици;
2. Да се направи подробна морфофункционална антропометрична характеристика на активно спортуващи тенис на корт подрастващи;
3. Да се характеризират възрастово-половите различия в морфофункционалния статус на изследваните тенисисти;
4. Да се оцени в сравнителен план антропометричната характеристика и телесния състав при двете изследвани групи подрастващи - спортуващи и неспортуващи;
5. Да се оценят в сравнителен аспект проявите на телесна асиметрия при двете изследвани групи, в зависимост от функционалната латералност на крайниците;
6. Да се отдиференцират група признаци, имащи значение, както за селекцията на спортистите така и за медико-биологичния контрол през различните етапи от спортната им практика, като се използват подходящи математико-статистически методи;
7. Да бъдат разработени таблици с данни за антропометричната характеристика на тенисистите, които да се използват като ориентировъчни нормативи при тренировъчния процес и медико-биологичния контрол.

IV. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

1. Изследван контингент

През периода октомври 2016 г. – декември 2018 г. се проведе трансверзално антропометрично изследване в спортни клубове и средни училища на територията на гр. София. Проучени са общо 768 деца и подрастващи между 8 и 17 години - 239 активно спортуващи и 529 неспортуващи, разпределени в три възрастови групи: **Група 1** - 8-10 години; **Група 2** - 11-13 години; **Група 3** - 14-17 години (Таблица 1).

Таблица 1. Изследван контингент

Възрастова група	Спортуващи (n)		Общо	Неспортуващи (n)		Общо
	момчета	момичета		момчета	момичета	
Група 1 8-10 години	54	26	80	111	71	182
Група 2 11-13 години	55	27	82	108	123	231
Група 3 14-17 години	43	34	77	56	60	116
Общ брой	152	87	239	275	254	529

При една част от неспортуващите подрастващи е проведен само биоимпедансен анализ на телесния състав, поради което броят на изследваните индивиди в таблиците за морфофункционалната антропометрична характеристика варира при различните признаци. На Таблица 2 е представена средната възраст на изследваните подрастващи.

Таблица 2. Средна възраст при спортуващи и неспортуващи деца и подрастващи

Възрастова група	Средна възраст			
	Спортуващи		Неспортуващи	
	момчета	момичета	момчета	момичета
Група 1 (8-10 години)	9.22±0.74	9.58±0.58	9.32±0.81	9.44±0.67
Група 2 (11-13 години)	11.96±0.87	12.04±0.81	11.93±0.82	11.98±0.81
Група 3 (14-17 години)	15.19±0.99	15.41±0.99	15.21±1.13	14.90±1.12

Обхванати са десет спортни клуба (ТК “15-40”; ТК “Левски”; ТК ”Дема спорт”; ТК “Бароко спорт”; ТК “1882”; ТК “ Диана”; ТК “Вектор”; ТК “ Про спорт”; ТК “ Малееви”; ТК “ Славия-Бомел”), пет средни училища (128 СУ “Алберт Айнщайн; 125 СУ “ Боян Пенев”, 12 СУ “ Цар Иван Асен II”, 39 СУ” Петър Динеков”, 119 СУ “Акад. Михаил Арнаудов”) и летни лагери на територията на град София. Всички изследвани активно спортуващи подрастващи са състезатели в спортната дисциплина тенис на корт, със спортен стаж не по-малко от две години и участват в спортни турнири и състезания на регионално, национално или интернационално ниво. Изследваните неспортуващи подрастващи са ученици, които не практикуват активно определен вид спорт.

2. Методика на проучването

2.1. Антропометрична програма на проучването

Изследването се проведе по изготвена /оптимална/ антропологична програма, която включва:

а/ анкетна карта – съдържаща информация за медико-социалния статус на семействата на изследваните индивиди, за физическата активност и хранителния режим на спортуващите и неспортуващи деца и подрастващи, както и за латералността на горните крайници;

б/ фиш за директно измерване на антропометрични признаци – височини, дължини, широчини, диаметри и обиколки на тялото и крайниците, телесно тегло, дебелина на подкожната мастна тъкан и телесен състав, физиометрични показатели.

в/ фиш от биоимпедансен анализ – за оценка на телесния състав на изследваните спортуващи и неспортуващи подрастващи.

Директно са измерени 41 антропометрични признака. По общоприети формули са изчислени 17 производни признака, пропорции и индекси за охарактеризиране на функционално-динамичния статус на организма. За анализ на антропометричната асиметрия билатерално са проучени 33 от изследваните признаци.

Признаците в антропологичната програма са групирани съобразно морфофункционалното им единство и биологичната информация, която носят.

Височини, диаметри и обиколки на тялото и техните пропорции и индекси

- | | |
|---|--|
| 1. Ръст | 7. Обиколка на гр. кош – издишване |
| 2. Биакромиален диаметър | 8. Обиколка на гр. кош – пауза |
| 3. Напречен диаметър на гр. кош на нивото на mst | 9. Дихателна екскурзия на гръдния кош вдишване-издишване |
| 4. Сагитален диаметър на гр. кош на нивото на mst | 10. Обиколка на талията |
| 5. Торакален индекс (ТИ) | 11. Обиколка на корема |
| 6. Обиколка на гр. кош - вдишване | 12. Обиколка на ханша |

Дължини, широчини, височини и диаметри на крайниците и техните пропорции и индекси

При децата над 6-годишна възраст и израсналите индивиди дължинните антропометрични размери са производни признаци и се изчисляват като разлика между съответните директно отчетени височини включени в антропологичния фиш на изследването.

- | | |
|--|--|
| 1. Дължина на горен крайник | 17. Пропорция на дължината на долния крайник |
| 2. Дължина на мишница | 18. Интермембрален индекс (ИМИ) |
| 3. Дължина на предмишница | 19. Обиколки и мускулно-мастни отношения на крайниците |
| 4. Дължина на ръката | 20. Обиколка на мишницата - отпусната |
| 5. Широчина на ръката без палец | 21. Обиколка на мишницата – контрахирана |
| 6. Епикондиларен диаметър на | 22. Контракtilна разлика (КР) |
| 7. Диаметър на обхвата на ръката | 23. Обиколка на предмишницата |
| 8. Дължина на долен крайник | 24. Обиколка на гривнена става |
| 9. Дължина на бедро | 25. Обиколка на бедрото |
| 10. Дължина на подбедрица | 26. Обиколка на подбедрицата |
| 11. Височина до сферион (височина на ходилото) | 27. Обиколка на глезена |
| 12. Епикондиларен диаметър на фемура | 28. Мускулно-мастно отношение на мишницата (ММОМ) |
| 13. Пропорция на дължината на горния крайник | 29. Мускулно-мастно отношение на предмишницата |
| 14. Пропорция на дължината на мишницата | |
| 15. Пропорция на дължината на предмишницата | |
| 16. Дължинно-широчинен индекс на ръката (ДШР) | |

Телесно тегло и признаци за охраненост на тялото

1. Телесно тегло
2. Индекс на телесната маса (ИТМ)

Оценката и категоризирането на телесната охраненост при изследваните спортуващи и неспортуващи ученици са направени според разграничителните стойности на ИТМ за деца и подрастващи от 2 до 18 годишна възраст на International Obesity Task Force (IOTF), разработени от Cole и Lobstein (2012). Разграничителните стойности на ИТМ за всяка възрастова група от 2 до 18 години са приравнени математически чрез LMS-метод към приетите от СЗО разграничителни стойности на ИТМ за израснали индивиди – 16,0, 17, 18,5, 25,0 и 30,0 кг/м².

За оценка на развитието и разпределението на подкожната мастна тъкан по тялото и крайниците е измерена дебелината на 9 стандартни кожни гънки (КГ). Дебелината на кожните гънки се отчита в мм.

1. Кожна гънка под лопатката (subscapularskinfold)
2. Кожна гънка над Х-то ребро (X-rib skinfold)
3. Кожна гънка на корема (abdominal skinfold)
4. Кожна гънка - супраилиачна (suprailiac skinfold)
5. Кожна гънка - трицепс (triceps skinfold)
6. Кожна гънка - бицепс (biceps skinfold)
7. Кожна гънка на предмишницата (forearm skinfold)
8. Кожна гънка на бедрото (thigh skinfold)
9. Кожна гънка на подбедрицата (calf skinfold)
10. Сбор от дебелината на 9 кожни гънки

Телесен състав оценен чрез метода на биоелектричния импедансен анализ

• Компоненти на телесния състав

1. Мускулна маса (кг)
2. Безмастна маса (кг)
3. Общо количество вода в организма (л)
4. Телесни мазнини (кг)
5. Процент телесни мазнини (%)

Категоризирането и разпределението на спортуващите и неспортуващи подрастващи, според процента телесни мазнини, е осъществено по Houtkooper et al. (1996).

1. **Сегментен анализ**- Показва разпределението на мускулната и мастната маса по крайниците и торса.

1. Мускулна маса (кг)
2. Мастна маса (% и кг)

Физиометрични признаци

1. Сила на ръката
2. Жизнена вместимост на белите дробове

Билатерално изследвани показатели за оценка на антропометричната асиметрия

- | | |
|---|--|
| 1. Дължина на горен крайник | 19. Мускулно – мастно отношение на предмишницата (ММОПр) |
| 2. Дължина на мишница | 20. КГ под лопатката |
| 3. Дължина на предмишница | 21. КГ над Х-то ребро |
| 4. Дължина на ръката | 22. КГ - трицепс |
| 5. Широчина на ръката без палец | 23. КГ - бицепс |
| 6. Епикондиларен диаметър на хумерус | 24. КГ на предмишницата |
| 7. Диаметър на обхвата на ръката | 25. КГ на бедрото |
| 8. Дължина на долен крайник | 26. КГ на подбедрицата |
| 9. Епикондиларен диаметър на фемур | 27. Сила на ръката |
| 10. Обиколка на мишница-отпусната | Билатерално изследвани признаци, чрез метода на биоимпедансния анализ |
| 11. Обиколка на мишница-контрахирана | 28. Мускулна маса на горен крайник (кг) |
| 12. Контракtilна разлика (КР) | 29. Мускулна маса на долен крайник (кг) |
| 13. Обиколка на предмишница | 30. Мастна маса на горен крайник (%) |
| 14. Обиколка на гъривена става | 31. Мастна маса на горен крайник (кг) |
| 15. Обиколка на бедрото | 32. Мастна маса на долен крайник (%) |
| 16. Обиколка на подбедрицата | 33. Мастна маса на долен крайник (кг) |
| 17. Обиколка на глезена | |
| 18. Мускулно – мастно отношение на мишницата (ММОМ) | |

2.2. Приложени при проучването методи

➤ Анкетен метод

Приложен е за събиране на информация, необходима за установяване на връзка между медико-социалния статус на семейството и антропометричната характеристика на проучваните деца и подрастващи. В анкетата са включени въпроси свързани със спортния стаж на младите тенисисти (в години; брой тренировки седмично; продължителност на една тренировка и т.н.) и въпроси касаещи латералността на горните крайници при спортуващите и неспортуващи подрастващи.

➤ Антропометричен метод

Антропометричните измервания са осъществени по класическата методика на Martin-Saller (1957). При антропометричното изследване е използвана стандартна антропометрична апаратура ("GPM Antropologische Instrumente"), произведена от Siber Hegner Masohinen AG – Zurich. Телесното тегло е измерено чрез биоимпедансен анализатор InBody 170 в кг.

➤ Калиперометричен метод

Класически метод за оценка на разпределението на подкожната мастна тъкан. Осъществява се чрез измерване на дебелината на стандартни кожни гънки посредством „Holtain“ калипер - унифициран антропометричен уред с обхват от 0 до 40 мм, упражняващ стандартно налягане от 10 г/мм² върху измерителната повърхност /кожна гънка с височина между 1.5-2.0 см/. Дебелината на кожните гънки се отчита в мм.

➤ Метод на биоелектричния импедансен анализ

Съвременна комплексна методика за оценка на телесния състав. Методът се основава на електрическите свойства на тъканите /тяхната проводимост и съпротивление/ и съдържанието на вода в тях. При изследването на тенисистите е използван анализатор на телесния състав InBody 170, който дава информация за количеството на мазнините, мускулите, водата, активната телесна маса, ИТМ, съотношение талия/ханш, метаболитна скорост. Уредът извършва и сегментен биоелектрически анализ, чрез който се получават данни за мускулната и мастната маса поотделно за крайниците и торса. Това позволява да се извърши сравнително точна оценка на

антропометричната асиметрия при изследваните групи спортуващи и неспортуващи деца и подрастващи.

➤ **Физиометрични методи**

Динамометрия - за определяне максималната сила на захват на ръката. Измерва се с точност до 1.0 кг. Използван е стоманен ръчен динамометър с обхват 10.0 - 30.0 кг.

Спирометрия - за измерване на жизнената вместимост (дихателния обем) на белите дробове. Използван е спирометър Spirotest Riester с обхват от 1000 до 7000 cm³ и точност до 50 cm³.

➤ **Индексов метод**

Изчислени са основни соматометрични пропорции и индекси, индекс за охраненост на тялото и др. въз основа на данните от директно измерените метрични признаци.

Формулите за изчисляване на телесните пропорции и индекси са представени към съответните раздели на описаната антропологична програма.

Индекс за междуполови различия (ИМР) - дава количествена оценка за големината на междуполовите различия. Изчислява се по формулатана Wolański (1957) за междугрупови сравнения.

Абсолютен прираст (АП) – показател за нарастването на антропометричните признаци през отделните възрастови периоди. Характеризира нарастването при отделните антропометрични признаци между последващия и предходния възрастов период.

➤ **Математико-статистически методи**

Статистическата обработка на данните е осъществена чрез програмата SPSS16.00 (Statistical Package for the Social Sciences 16.00). Използвани са следните статистически методи:

- **Дескриптивна статистика**
- **Параметричен анализ**

- **Т-тестна Стюдънт**

- **Чифтен Т-тест на Стюдънт**

- **Едномерен еднофакторен дисперсионен анализ/One-Way ANOVA/**

- **Непараметричен анализ**

- **χ^2 – тест**

- **Метод на персентилите** - приложен е за стойностите на ЕА на билатерално изследваните антропометрични признаци при определяне степента на проявените билатерални различия, както и за стойностите от ИМР при оценка на междуполовите различия. За категоризиране на степента на проява на междуполовите и билатерални различия използвахме разграничителните стойности за P₅, P₂₅, P₇₅ и P₉₅, /< P₅ - много ниска степен, P₅ до P₂₅ - ниска степен, от P₂₅ до P₇₅ - средна степен, от P₇₅ до P₉₅ - висока степен и > P₉₅ - много висока степен/.

- **Мултивариативен метод** - за оценката на телесната асиметрия.

Методът дава информация за големината и посоката на проявената асиметрия, както на индивидуално така и на популационно ниво.

Изчисленията са направени по модифицираната от нас **формула на А. Начева (1986):**

$$\text{Единици за асиметрия (ЕА)} = \left(\frac{\text{десностранна стойност на признака}}{\text{левоностранна стойност на признака}} \cdot 100 \right) - 100$$

Стойностите на ЕА показват големината на билатералните различия, а знакът пред тях посоката на асиметрия. Единиците за асиметрия с отрицателен знак определят асиметрия с левостранна насоченост на изследвания признак, докато ЕА с положителен знак определят асиметрия с десностранна насоченост. При отсъствие на асиметрия ЕА = 0.

- **Графичен анализ** – използван за илюстриране на получените резултати.

Научното изследване бе представено пред Комисията по етика на научните изследвания върху човешки същества, към ИЕМПАМ – БАН, която даде своето становище с протокол № 3/11.04.2018.

Научното изследване отговаря на стандартите и критериите за научност, етичност и е съобразено с изискванията на: Декларацията от Хелзинки за етичност в науката и Българските закони и наредби.

Номерацията на фигурите и таблиците в автореферата се различава от тази в дисертационния труд.

V. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Морфофункционалната характеристика на състезателите в различни спортни дисциплини е основна част от научно-методическите насоки в спортната антропология. При всеки спорт антропометричният профил на спортиста дава информация не само за неговото общо физическо развитие, но и за специфичното влияние на дадения спорт върху отделните телесни структури, както и за адаптационните морфофункционални промени настъпващи през процеса на интензивна и продължителна тренировъчна дейност.

Раздел 1. Антропометрична характеристика на тенисисти

Първият етап от нашето изследване включва изготвянето на подробна морфофункционална антропологична характеристика на активно спортуващи тенис на корт подрастващи, въз основа на данните от дескриптивната статистика, както в междувъзрастов, така и в междуполов аспект.

1.1. Дължини, широчини, диаметри и обиколки на тялото и крайниците и техните пропорции и индекси

Резултатите от вариационно-статистическия анализ за признаците от този раздел са представени на Табл. 3 и Фиг 1÷7.

Дължинните и широчинните размери на тялото и техните пропорции и индекси са морфологични показатели, характеризиращи големината, формата и пропорционалното соматично развитие.

Ръстът е един от основните и най-важни антропометрични показатели използван за оценка на физическото развитие на човека през целия онтогенетичен период и особено по време на растежа. Той е основен показател и при подбора на спортисти.

При изследваните от нас 8-10 годишни тенисисти средните стойности на ръста са 140.10 см при момчетата и 144.23 см при момичетата, като тенисистките са достоверно по-високи от тенисистите с 4.13 см ($p \leq 0.003$). В групата на 11-13 годишните спортуващи се отчитат приблизително еднакви стойности на ръста и при двата пола (157.10 см - момчета, 157.51 см - момичета). Това показва по-интензивно израстване на височина на момчетата между първия и втория възрастов период (с абсолютен прираст от 17.00 см), в сравнение с момичетата (АП=13.28 см). При 14-17 годишните тенисисти ръстът достига средни стойности 174.02 см, а при тенисистките - 168.25 см, като различията между двата пола са статистически достоверни ($p \leq 0.003$).

Напречният диаметър на гръдния кош дава информация за неговото нарастване на широчина. При тенисистите през целия изследван период средните широчинни размери на гръдния кош нарастват от 19.64 см при 8-10 годишните момчета до 24.68 см при 14-17 годишните. При 8-17 годишните момичета трениращи тенис на корт напречния диаметър на гръдния увеличава своите размери от 20.41 см на 8-10 години до 24.49 см на 14-17 години. В първата възрастова група гръдният кош на момичетата трениращи тенис на корт е с 0.77 см по-широк от този на тенисистите на същата възраст. В групата на 11-13 годишните изследвания признак достига приблизително еднаква широчина при двата пола (22.41 см – момчета, 22.59 см - момичета), като приоритетът за момичетата се запазва. При 14-17 годишните ученици трениращи тенис се установява прекръстосване на кривите на напречния диаметър, като с незначително по-широк гръден кош вече са момчетата. Статистически значими междуполови разлики ($p \leq 0.040$) с приоритет за момичетата се отчитат само в първата възрастова група.

При 8-10 годишните тенисисти **сагиталният диаметър на гръдния кош** има средни стойности, съответно 12.69 см за мъжкия и 13.65 см за женския пол. В следващата възрастова

група размерите на този показател достигат почти еднакви стойности при двата пола (14.91 см – момчета; 15.16 см - момичета). При 14-17 годишните тенисисти сагиталния диаметър на гръдния кош при момчетата (16.48 см) е по-голям от този при момичетата на същата възраст (15.45 см). Значими междуполови различия по отношение на този признак се наблюдават при 8-10 и 14-17 годишните спортисти, като в първата група приоритет имат девойките ($p \leq 0.003$) а в третата младежите ($p \leq 0.005$).

1.2. Дължини, широчини и диаметри на крайниците, техните пропорции и индекси

Дължина на горен крайник, дължина на мишницата и дължина на предмишницата.

Резултатите от този раздел са представени на Табл. 4 и Фиг. 8÷13.

Дължината на горния крайник е един от основните дължинни антропометрични показатели, който се използва за определяне пропорционалността на човешкото тяло. В тениса на корт този признак има съществено значение, защото до голяма степен от него зависи амплитудата на движенията, както и силата на изпълнение на удара, особено изпълнението на начален удар. Това предполага по-задълбочен анализ на неговата морфология и функционалност, както и адаптивните му възможности в резултат на активната тренировъчна дейност.

Дължината на горния крайник при 8-10 годишните тенисисти е 61.73 см а при тенисистките с 1.21 см повече (62.94 см). Най-интензивно нарастване и при двата пола се наблюдава в периода между първата и втората възрастова група, когато дължината на горния крайник при спортистките достига 70.16 см, а при спортистите 69.68 см. В първите два възрастови периода момчетата трениращи тенис се отличават с по-дълги горни крайници, без да се отчитат значими междуполови различия ($p \geq 0.050$). В третата възрастова група (14-17 години) средните стойности за дължината на горния крайник при тенисистите са значително по-високи (76.48 см) в сравнение с тези при тенисистките (73.22 см), като различията са достоверни при $p \leq 0.001$.

Дължината на мишницата при 8-10 годишните тенисисти е с 0.86 см по-малка (24.68 см), от тази при тенисистките (25.54 см). Нарастването между първия и втория възрастов период е 3.71 см при момчетата и 2.97 см при момичетата, когато дължината на мишницата при момчетата достига 28.39 см и 28.51 см при момичетата. До 14-17 годишна възраст изследваният признак продължава да нараства равномерно с около 2 см и при двата пола, като достига размери 30.54 см при тенисистите и 30.14 см при тенисистките. Абсолютната разлика между момчета и момичета в периода 14-17 години е едва 0.40 см, но вече с приоритет за мъжкия пол.

В първата възрастова група (8-10 години) тенисистите имат с 0.55 см по-ниски стойности (20.18 см) на **дължината на предмишницата** в сравнение с тенисистките на същата възраст (20.73 см), без да се установяват достоверни междуполови различия. На 11-13 години абсолютните междуполови разлики са доста по-ниски (0.08 см), в сравнение с предходния възрастов период и предмишницата при двата пола достига приблизително еднаква дължина (22.97 см тенисисти, 22.89 см тенисистки). Спортистите на 14-17 годишна възраст (25.79 см) се отличават с достоверно по-дълга предмишница ($p \leq 0.005$) от тази на спортистките (24.49 см).

Средните стойности за **дължината на долния крайник** са в диапазона от 79.89 см до 100.00 см (20.11 см абсолютен прираст) при момчетата и от 83.02 см до 95.40 см (12.38 см абсолютен прираст) при момичетата, за целия изследван период (8-17 години). Спортистките на 8-10 години имат достоверно по-дълги долни крайници от спортистите на същата възраст ($p \leq 0.04$), с абсолютни междуполови разлики от 3.13 см. Най-малки абсолютни разлики между двата пола се наблюдават в следващата възрастова група (1.62 см), но отново с приоритет за момичетата (90.08 см – момчета, 91.70 см - момичета). На 14-17 годишна възраст момчетата се отличават с достоверно по-дълги долни крайници от момичетата ($p \leq 0.001$).

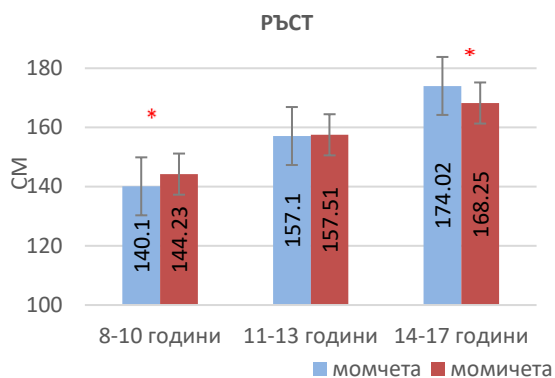
През възрастовия период 8-10 години момичетата са с по-големи дължинни, широчинни и обиколни размери на тялото и крайниците, като значими междуполови различия се установяват при единадесет от изследваните антропометрични показатели (ръст, диаметри на гръдния кош, дължина на долния крайник и обиколки на ханша и на крайниците). Момчетата имат по-големи общотелесни размери в третия възрастов период (14-17 години), когато изпреварват достоверно момичетата по отношение на ръста, диаметрите, дължините и обиколките на тялото и крайниците, с изключение на обиколните размери на ханша и долния крайник.

Табл. 3. Биостатистически данни за директно отчетени височини, диаметри и обиколки на тялото и техните пропорции и индекси при тенисисти

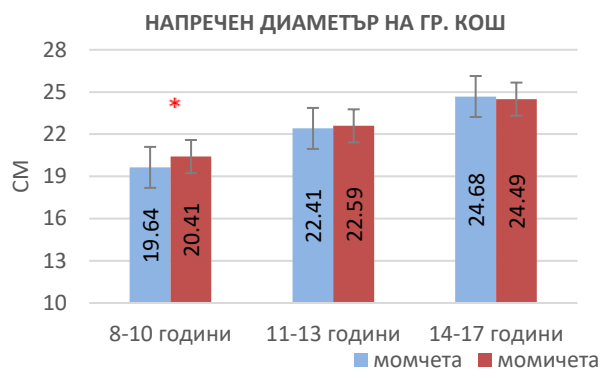
Признаци	Възр. групи	Момчета							Момичета							Междуполови различия	
		n	$\bar{x}$	SD	SEM	V	min	max	n	$\bar{x}$	SD	SEM	V	min	max	T-тест	ИМП
Ръст	8-10	54	140.10	7.39	1.01	5.64	121.00	159.90	26	144.23	4.59	0.90	3.18	133.50	152.30	0.003**	- 2.91
	11-13	55	157.10###	10.98	1.47	6.99	130.00	180.00	27	157.51###	7.75	1.49	4.92	142.00	172.70	0.845	- 0.26
	14-17	43	174.02###	7.86	1.20	4.52	154.10	188.00	34	168.25###	8.54	1.46	5.08	154.70	197.50	0.003**	3.37
Напречен диаметър на гр. кош	8-10	54	19.64	1.34	0.18	6.82	17.10	24.50	25	20.41	1.61	0.32	7.89	17.10	23.90	0.040*	-3.85
	11-13	55	22.41###	2.17	0.29	9.69	18.50	29.00	26	22.59###	2.21	0.43	9.78	18.40	26.50	0.728	-0.80
	14-17	43	24.68###	2.06	0.32	8.35	20.40	28.80	33	24.49###	1.57	0.27	6.41	21.10	27.30	0.647	0.77
Сагитален диаметър на гр. кош	8-10	54	12.69	1.11	0.15	8.75	10.30	15.60	25	13.65	1.29	0.26	3.53	11.40	16.20	0.003**	-7.29
	11-13	55	14.91###	1.96	0.26	13.15	11.40	20.00	26	15.16###	1.75	0.34	11.22	12.00	19.40	0.550	-1.66
	14-17	43	16.48###	1.77	0.27	10.74	12.20	20.30	33	15.45	1.38	0.24	8.93	12.20	17.90	0.005**	6.45
Обиколка на гръден кош - пауза	8-10	54	66.86	4.73	0.64	7.07	57.00	82.00	25	68.83	5.75	1.15	8.35	60.80	86.50	0.140	-2.90
	11-13	56	75.01###	7.49	1.00	9.99	63.20	102.00	26	75.89###	5.75	1.13	7.58	64.50	88.00	0.630	-1.17
	14-17	42	83.77###	6.38	0.98	7.62	71.00	99.30	33	79.78#	5.37	0.93	6.73	66.80	90.00	0.012**	4.88
Обиколка на талия	8-10	54	61.26	5.10	0.69	8.33	53.50	84.00	25	61.60	5.08	1.02	8.25	52.50	77.50	0.787	0.55
	11-13	56	68.69###	7.14	0.96	10.39	56.00	99.60	26	67.86###	7.25	1.42	10.68	57.00	89.00	0.629	1.22
	14-17	42	72.83###	4.80	0.73	6.59	63.3.	83.00	33	70.73###	5.14	0.90	7.27	62.00	85.60	0.071	2.93
Обиколка на корема	8-10	54	63.64	4.70	0.64	7.39	56.50	83.00	25	67.79	6.11	1.22	9.01	58.40	82.00	0.014**	6.31
	11-13	55	73.38	7.71	1.04	10.51	62.00	104.00	26	75.17###	7.41	1.45	9.85	64.00	94.50	0.327	2.41
	14-17	43	78.20	4.97	0.76	6.36	66.50	92.00	33	77.72	4.99	0.87	6.42	67.00	87.00	0.679	0.62
Обиколка на ханша	8-10	54	72.10	5.40	0.74	7.49	63.00	87.50	25	77.87	5.06	1.01	6.50	66.00	88.20	0.001***	-7.69
	11-13	56	83.14###	9.29	1.25	11.17	64.00	109.50	26	87.30###	7.27	1.43	8.30	74.50	103.00	0.048*	-4.88
	14-17	42	90.19###	5.96	0.91	6.61	74.30	102.00	33	96.32###	6.08	1.06	6.31	85.50	111.50	0.001***	-6.57

t - тест на Student - * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$ (за междуполови различия)

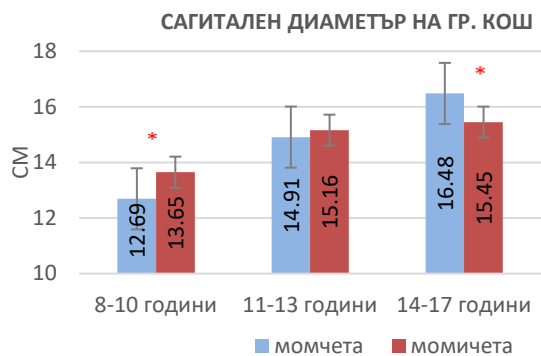
ANOVA: Tukey тест - # $p \leq 0.05$, ## $p \leq 0.01$, ### $p \leq 0.001$ (за различия между отделните възрастови групи)



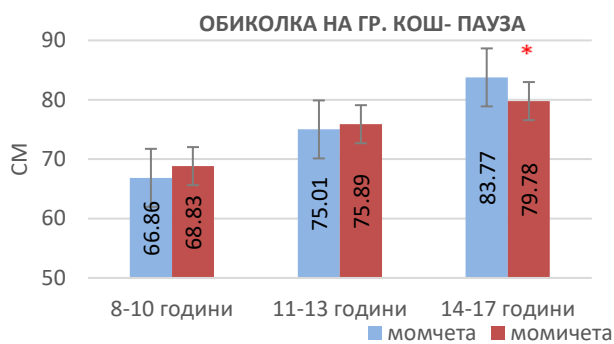
Фиг. 1



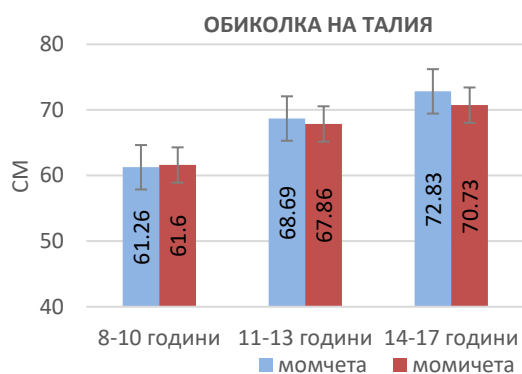
Фиг. 2



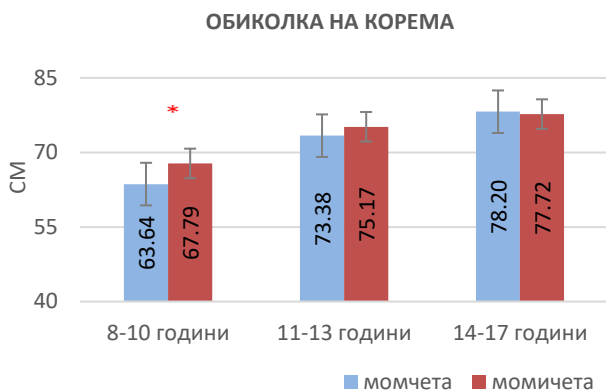
Фиг. 3



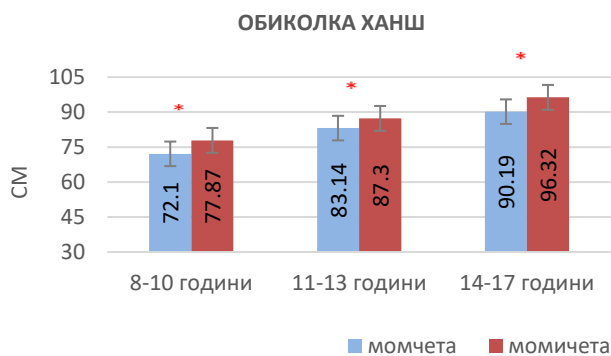
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



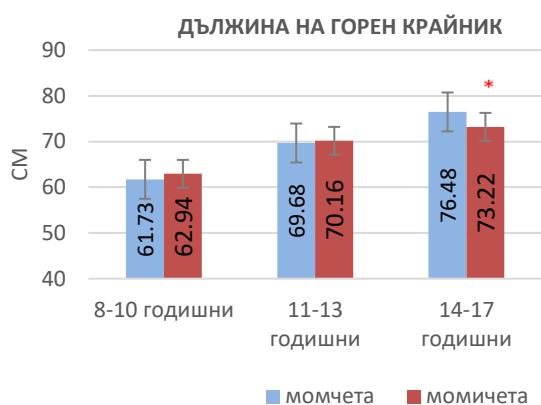
Фиг. 7

Табл. 4. Биостатистически данни за директно отчетени дължини, широчини, височини и диаметри на крайниците и техните пропорции и индекси при тенисисти

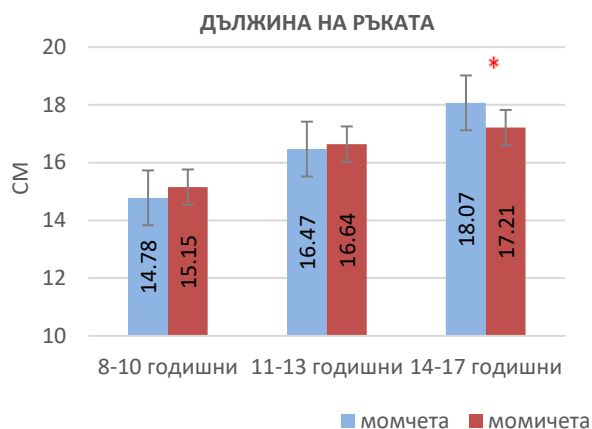
Признаци	Възр. групи	Момчета							Момичета							Междуполови различия	
		n	$\bar{x}$	SD	SEM	V	min	max	n	$\bar{x}$	SD	SEM	V	min	max	T-тест	ИМП
Дължина на горен крайник	8-10	54	61.73	4.14	0.56	6.71	52.00	73.90	26	62.94	3.73	0.75	5.93	55.30	69.20	0.215	- 1.94
	11-13	55	69.68###	5.51	0.74	7.87	55.60	79.10	27	70.16###	5.10	0.99	7.29	58.50	80.50	0.694	- 0.69
	14-17	43	76.48###	3.76	0.58	4.92	67.30	84.30	34	73.22#	3.58	0.62	4.89	66.50	81.50	0.001***	4.36
Дължина на ръката	8-10	51	14.78	1.06	1.12	7.17	12.10	16.80	25	15.15	0.66	0.13	4.36	13.80	16.50	0.070	-2.47
	11-13	55	16.47###	1.32	0.18	8.01	13.70	20.00	26	16.64###	1.28	0.25	7.69	13.70	19.10	0.587	-1.03
	14-17	42	18.07###	1.00	0.15	12.11	15.60	19.90	32	17.21	0.99	0.18	5.75	15.30	19.40	0.001***	4.88
Широчина на ръката без палец	8-10	51	6.82	0.49	0.07	7.18	5.90	8.00	25	6.94	0.32	0.06	4.61	6.20	7.60	0.212	-1.74
	11-13	55	7.67###	0.62	0.08	8.08	6.30	8.90	26	7.58###	0.52	0.10	6.86	6.70	8.50	0.500	1.18
	14-17	42	8.26###	0.45	0.07	5.45	7.00	9.10	32	7.67	0.39	0.07	5.08	6.90	8.40	0.001***	7.40
Епикондиларен диаметър на хумеруса	8-10	54	3.61	0.45	0.06	12.50	2.60	4.50	25	3.76	0.98	0.20	2.61	2.40	6.10	0.468	-4.07
	11-13	55	4.16###	0.79	0.11	18.90	2.80	7.30	26	3.76	0.66	0.13	17.55	3.00	6.10	0.027*	10.23
	14-17	43	4.72###	0.47	0.07	9.95	3.80	6.00	33	3.69	0.58	0.10	9.96	2.50	4.80	0.001***	24.49
Дължина на долен крайник	8-10	54	79.89	5.41	0.74	6.77	64.50	91.50	25	83.02	3.67	0.73	4.42	75.00	89.40	0.004**	-3.84
	11-13	56	90.08###	6.82	0.91	7.57	72.40	107.00	26	91.70###	5.64	1.11	6.15	81.00	101.50	0.264	-0.01
	14-17	42	100.00###	4.80	0.74	4.80	89.30	108.60	33	95.40#	5.14	0.90	5.39	87.50	105.60	0.001***	4.71
Епикондиларен диаметър на фемура	8-10	54	6.21	0.50	0.68	8.05	5.10	7.60	25	6.63	1.10	0.22	16.59	5.30	9.40	0.507	-2.00
	11-13	55	7.19###	0.88	0.12	12.24	6.00	10.20	26	6.68	0.80	0.16	11.98	5.40	9.00	0.015**	7.35
	14-17	43	7.35###	0.55	0.08	7.48	6.40	8.50	33	6.74	0.57	0.10	8.46	5.60	8.00	0.001***	8.66

t - тест на Student - * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$ (за междуполови различия)

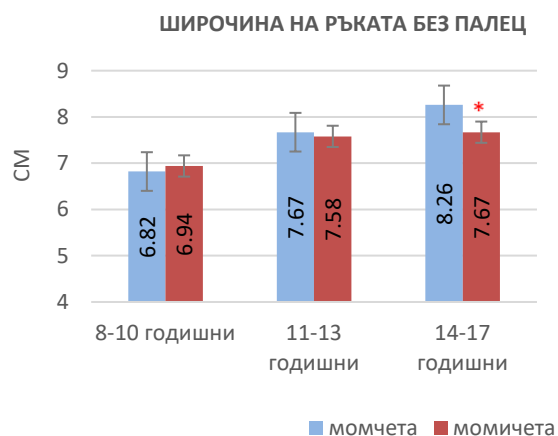
ANOVA: Tukey тест - # $p \leq 0.05$, # # $p \leq 0.01$, # # # $p \leq 0.001$ (за различия между отделните възрастови групи)



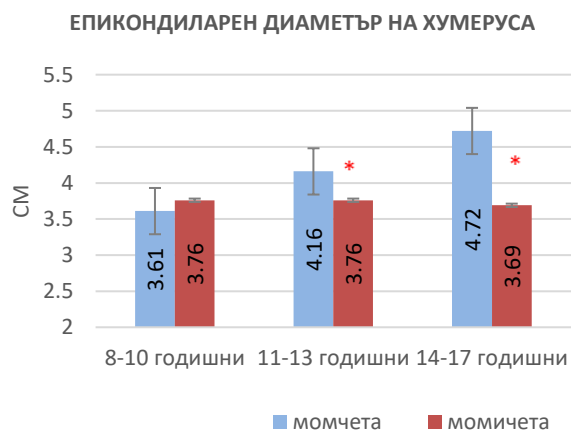
Фиг. 8



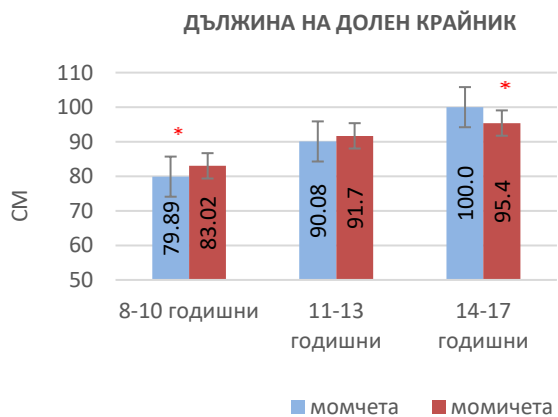
Фиг. 9



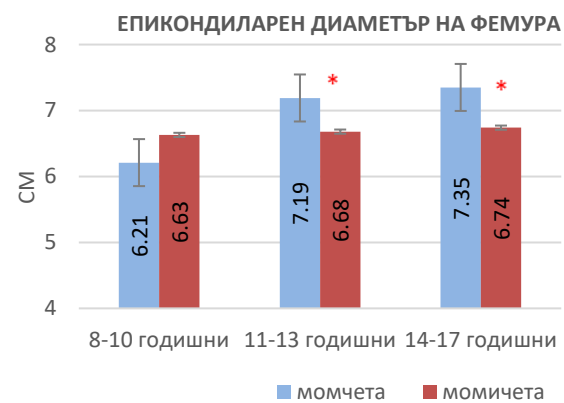
Фиг.10



Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13

1.3 Обиколки и мускулно-мастни отношения на крайниците при тенисисти

Резултатите за проучените от нас обиколки на крайниците и изчислените мускулно-мастни отношения на мишницата и предмишницата при подрастващи тенисисти са представени на Табл. 5 и Фиг. 14÷20.

Обиколните размери на мишницата, предмишницата и гъривената става, заедно с контрактилната разлика характеризират меките тъкани в областта на горния крайник.

Обиколката на мишницата в отпуснато състояние, при момчетата трениращи тенис нараства от 20.09 см в първата възрастова група до 25.43 см в периода 14-17 години. И в трите възрастови групи, обиколката на мишницата в отпуснато състояние е по-голяма при момчетата (от 21.90 см до 25.68 см), но достоверни разлики се наблюдават само в периода 8-10 години ($p \leq 0.001$). След 10 годишна възраст стойностите между двата пола постепенно започват да се изравняват, като във възрастния период 14-17 години се отчитат почти еднакви размери на обиколката на мишницата.

В периода 8-10 години момчетата (23.15 см) имат достоверно по-голяма **обиколка на мишницата в свито положение** ($p \leq 0.001$) в сравнение с момчетата на същата възраст (21.41 см). Във втората възрастова група средните стойности на изследвания признак при двата пола са почти равни ($\bar{x}_{\text{♂}} = 24.84$ см, $\bar{x}_{\text{♀}} = 25.68$ см). Третият възрастов период се характеризира с достоверно по-високи стойности на обиколката на мишницата при момчетата (27.50 см), в сравнение с тези установени при момчетата (25.68 см), като отчетената абсолютна разлика е 1.82 см.

Контрактилната разлика при 8-10 годишните момчета (1.32 см) е с по-високи стойности от установените при момчетата (1.25 см). В периода до 13 години размерите и се увеличават с 0.31 см при мъжкия пол и само с 0.07 см при женския пол (1.63 см – момчета, 1.32 см – момичета). Абсолютният прираст при тенисистите между втората и третата възрастова група е 0.44 см и на 14-17 годишна възраст, контрактилната разлика достига размери 2.07 см, докато при момчетата трениращи тенис стойностите и са само 1.61 см (0.29 см нарастване). Контрактилната разлика показва много високи междуполови различия в периодите 11-13 и 14-17 години с приоритет за мъжкия пол ($p \leq 0.008$; $p \leq 0.001$). Това е един от антропометричните признаци, при който се наблюдава силно изразена проява на полов диморфизъм, свързана с по-активното натрупване на мускулна маса при момчетата в периода на растеж и развитие, в сравнение с момчетата.

Мускулно-мастното отношение на мишницата при тенисистите на 8-10 години е със стойност 24.99 и е средно с 5.08 пъти по-голяма от тази при тенисистките (19.91). Междуполовите различия за ММОМ нарастват с увеличаване на възрастта, като момчетата на 11-13 години имат с 6.75 по-голямо ММОМ от момчетата ($\bar{x}_{\text{♂}} = 27.62$, $\bar{x}_{\text{♀}} = 20.87$). На 14-17 годишна възраст ММОМ достига размери 38.79 при тенисистите и 21.41 см при тенисистките, а абсолютните разлики между двата пола са най-силно проявени (17.38). Статистически значими междуполови различия за ММОМ се установяват и в трите изследвани възрастови периода ($p \leq 0.001$), с приоритет за спортуващите момчета, дължащи се на по-активното натрупване на мускулна маса в областта на мишницата.

Средните стойности на **мускулно-мастното отношение на предмишницата** (ММОПр) при 8-10 годишните тенисисти са 32.45, докато при тенисистките те са значително по-малки (26.60), поради което междуполовите различия в тази възрастова група са ясно изразени ($p \leq 0.001$). В периода 11-13 години ММОПр при тенисистите (36.56) достига достоверно по-високи стойности ($p \leq 0.001$) спрямо отчетените при тенисистките (30.69). Подобно на резултатите установени за ММОМ и при ММОПр междуполовите различия са най-големи при 14-17 годишните спортисти с приоритет за мъжкия пол ($p \leq 0.001$).

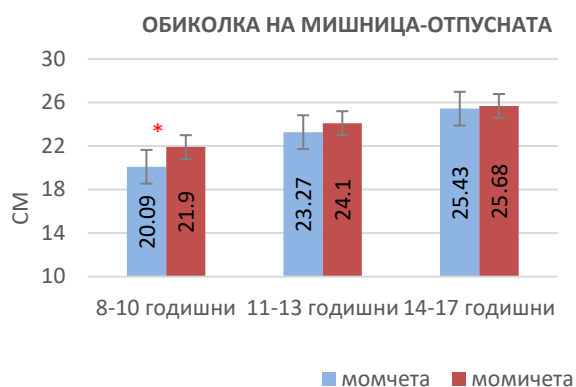
Обиколката на бедрото е един от основните соматометрични признаци, който се използва като маркер за различията в телостроежа между двата пола, което се потвърждава и от нашите резултати. Обиколката на бедрото при 8-10 годишните момчета (40.50 см) е достоверно по-малка от тази при момчетата на същата възраст (45.16 см), като абсолютната разлика между двата пола е 4.66 см. През целия изследван възрастов период този обиколка признак показва достоверно по-високи средни стойности при женския пол ($p \leq 0.001$; $p \leq 0.017$).

Табл. 5. Биостатистически данни за обиколки и мускулно-мастни отношения на крайниците при тенисисти

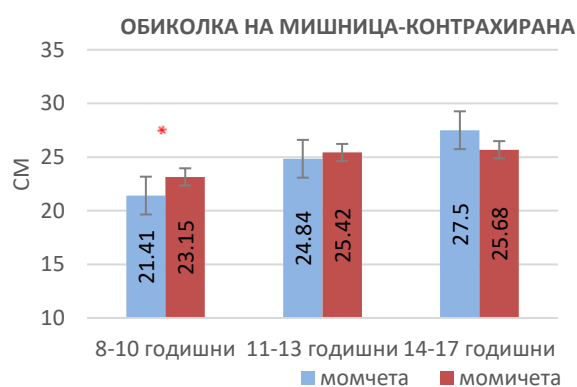
Признаци	Възр. групи	Момчета							Момичета							Междуполови различия	
		n	$\bar{x}$	SD	SEM	V	min	max	n	$\bar{x}$	SD	SEM	V	min	max	T-тест	ИМП
Обиколка на мишница отпусната	8-10	54	20.09	2.12	0.29	10.55	16.70	28.00	25	21.90	1.86	0.38	8.49	18.60	26.00	0.001***	-8.62
	11-13	55	23.27###	2.97	0.40	12.76	18.30	32.00	26	24.10###	2.32	0.46	9.63	20.10	29.00	0.215	-3.50
	14-17	43	25.43###	2.40	0.37	9.48	20.00	32.50	33	25.68#	2.03	0.35	7.90	21.20	29.70	0.636	-0.98
Обиколка на мишница контрахирана	8-10	54	21.41	2.22	0.30	10.37	17.70	29.40	25	23.15	2.05	0.41	8.86	19.20	27.10	0.001***	-7.81
	11-13	55	24.84###	3.13	0.42	12.60	20.00	34.40	26	25.42##	2.53	0.50	9.95	21.40	31.90	0.462	-2.31
	14-17	43	27.50###	2.56	0.39	9.31	21.20	34.70	33	25.68#	2.03	0.35	7.90	21.20	29.70	0.700	6.84
Контракtilна разлика	8-10	54	1.32	0.39	0.05	2.95	0.40	2.40	25	1.25	0.53	0.11	4.24	0.60	2.50	0.566	-5.45
	11-13	56	1.63##	0.54	0.07	3.29	0.80	2.80	26	1.32	0.44	0.09	3.33	0.60	2.90	0.008**	21.00
	14-17	43	2.07###	0.54	0.08	2.61	0.90	3.30	33	1.61	0.69	0.12	4.29	0.50	4.00	0.001***	24.47
Обиколка на бедро	8-10	54	40.50	3.47	0.47	8.56	34.00	52.00	25	45.16	3.59	0.72	7.95	37.00	51.00	0.001***	-10.88
	11-13	55	46.93###	5.48	0.74	11.68	37.80	61.00	26	50.68#	4.32	0.85	8.52	43.00	61.20	0.001***	-7.68
	14-17	43	50.52###	4.49	0.69	8.89	41.20	60.00	33	55.10#	9.82	1.71	17.82	50.00	67.00	0.017*	-8.67
ММOM	8-10	54	24.99	5.56	0.76	22.24	12.16	39.24	25	19.91	5.24	1.04	26.32	10.88	34.82	0.001***	22.63
	11-13	56	27.62	9.39	1.26	33.99	10.66	46.25	27	20.87	4.34	0.85	20.80	11.58	29.28	0.001***	27.84
	14-17	42	38.79###	1.21	1.87	3.12	18.77	71.49	33	21.41	4.94	0.86	23.07	11.15	31.35	0.001***	56.71
ММОПр	8-10	54	32.45	8.25	1.12	25.42	14.78	52.61	25	26.60	7.44	1.49	27.97	14.32	46.86	0.001***	19.81
	11-13	56	36.56	1.16	1.55	3.17	9.93	59.51	26	30.69	7.37	1.44	24.01	18.82	46.43	0.001***	17.46
	14-17	42	48.26###	8.96	1.38	18.56	27.47	70.50	33	31.45	8.59	1.60	27.31	16.17	52.10	0.001***	42.17

t - тест на Student - * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$ (за междуполови различия);

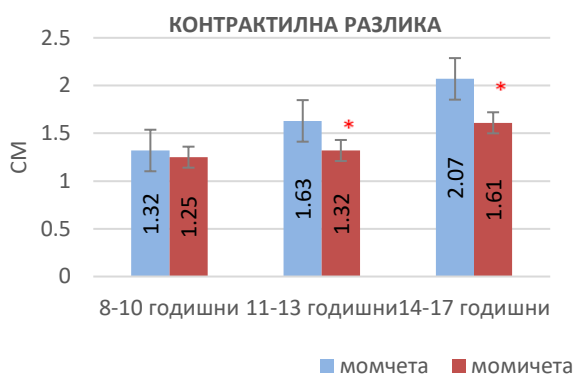
ANOVA: Tukey тест - # $p \leq 0.05$, ## $p \leq 0.01$, ### $p \leq 0.001$ (за различия между отделните възрастови групи)



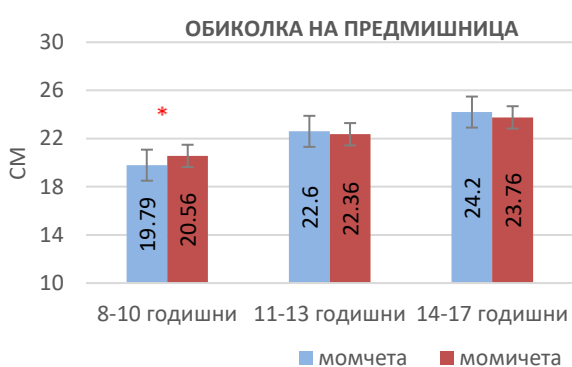
Фиг. 14



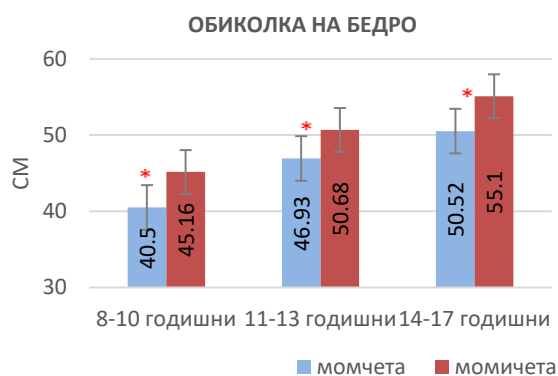
Фиг. 15



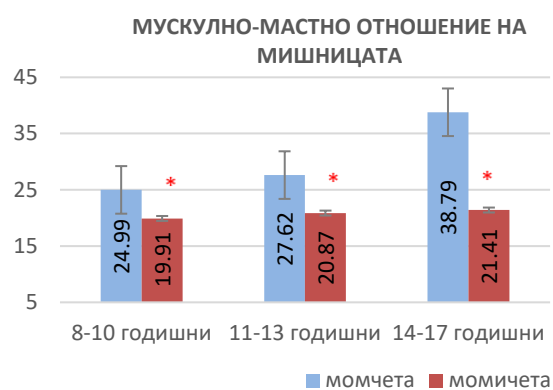
Фиг. 16



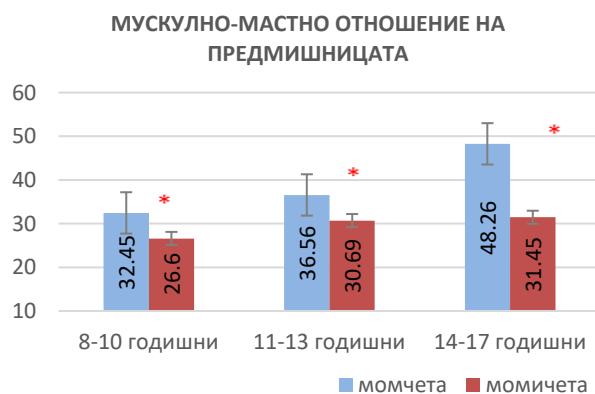
Фиг. 17



Фиг. 18



Фиг. 19



Фиг.20

1.4. Телесно тегло и признаци за охраненост на тялото

1.4.1. Телесен тегло и индекс на телесната маса при тенисисти

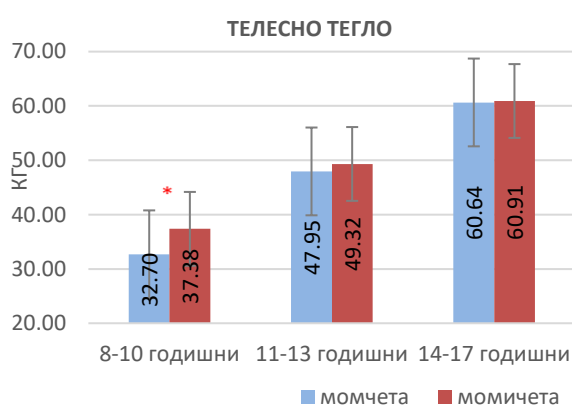
Данните от дескриптивната статистика за телесното тегло и признаците за телесна охраненост са представени на **Табл. 6 и Фиг. 21÷24**.

Телесното тегло е един от основните антропометрични показатели използван за оценка на физическото развитие, здравния статус и дееспособността на индивида. Данните за телесното тегло дават информация, въз основа на която се определят телесния състав, хармоничното телесно развитие и хранителния статус на всеки индивид. Теглото е важен фактор и за успешната игрова дейност в спорта. То корелира и влияе на важни качества, като бързина на придвижване, мускулна сила, честота на движенията (с ръце, крака), гъвкавост, ловкост и пъргавина като цяло.

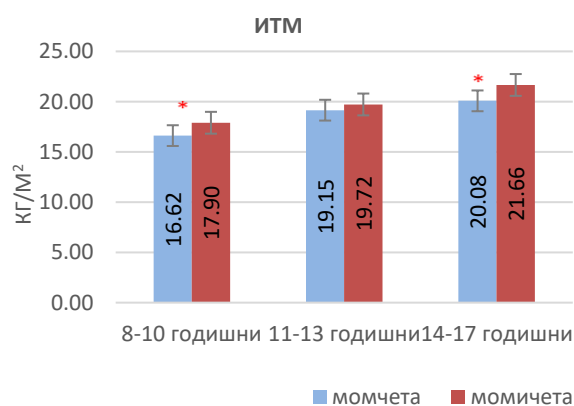
Телесното тегло при изследваните 8-10 годишни тенисисти има средни стойности 32.70 кг, и е с 4.68 кг по-малко от това при тенисистките (37.38 кг). Следващият възрастов период се характеризира с по-голямо натрупване на телесна маса при мъжкия пол и по-малко при женския, което води до постепенно изравняване на средните стойности и намаляване на междуполовите различия при 11-13 годишните ($\bar{x}_{\delta} = 47.95$ кг, $\bar{x}_{\phi} = 49.32$ кг) и 14-17 годишните спортисти ($\bar{x}_{\delta} = 60.64$ кг, $\bar{x}_{\phi} = 60.91$ кг). По отношение на този признак статистически значими междуполови различия са установени единствено във възрастта 8-10 години ($p \leq 0.001$).

Индексът на телесна маса (ИТМ) е най-популярния метод за оценка на типа телесна охраненост на всеки индивид, но същевременно с това има и своите недостатъци. Той дава косвена информация за количеството и съотношението на мускулната и мастната маса в организма, затова не е най-обективния показател за оценка на телесния статус при активно спортуващи индивиди.

В периода 8-10 години средните стойности за ИТМ при момчетата трениращи тенис са 16.62 кг/м². Момичетата в първата възрастова група се отличават с достоверно по-висок ИТМ (17.90 кг/м²) от установения при момчетата ($p \leq 0.01$). В периода 11-13 години ИТМ и при двата пола достига почти еднакви стойности (19.15 кг/м²- момчета, 19.72 кг/м² - момичета). Индексът на телесната маса достига стойности от 20.08 кг/м² при момчетата и 21.66 кг/м² при момичетата на 14-17 години, с достоверни разлики между двата пола ($p \leq 0.001$).

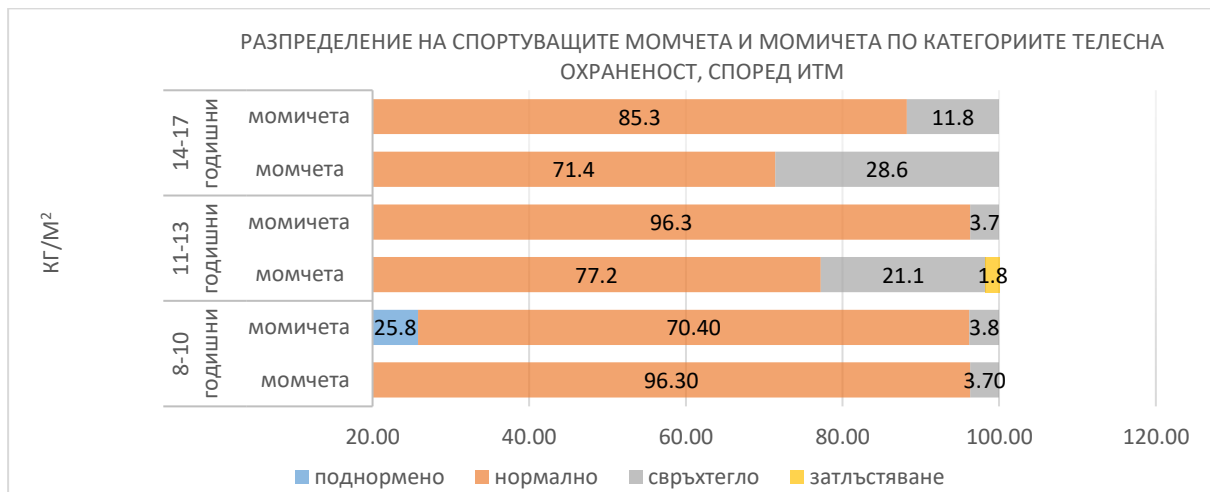


Фиг. 21



Фиг. 22

Подрастващите спортисти са разпределени в четири категории (поднормено тегло, нормално тегло, свръхтегло и затлъстяване) според типа на тяхната телесна охраненост, чрез използването на разграничителните стойности на Cole и Lobstein (2012) за ИТМ (**фиг. 23**).

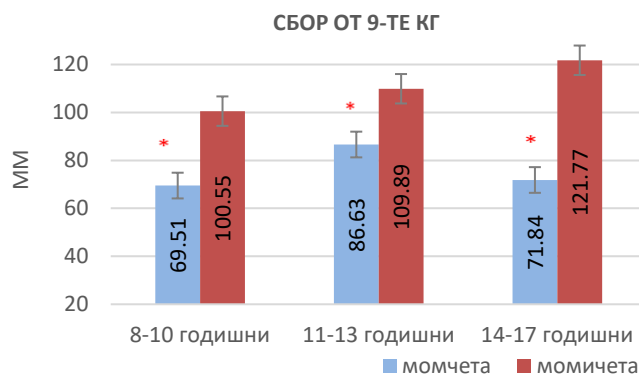


Фиг. 23

1.4.2. Кожни гънки

Кожните гънки са антропометрични показатели, даващи информация за дебелината и топичното разпределение на ПМТ, както и за типа телесна охраненост. ПМТ е една от най-вариабилните тъкани в човешкото тяло, наред с това тя притежава и голяма екочувствителност.

Измерените кожни гънки, както и техният сбор, показват достоверно по-голямо натрупване на ПМТ при момичетата, и в трите изследвани възрастови групи ($p \leq 0.003$; $p \leq 0.001$). Фактът, че изследваният контингент спортисти са подбрани така, че да имат сходни условия на физическа активност и интензитет на натоварване, а ПМТ при момичетата е значително повече, води до заключението, че топичното разпределение на мазнините в подкожния слой зависи повече от генетичната предразположеност при женския пол да натрупва повече подкожни мазнини, и по-малко от вида и интензитета на физическа активност.



Фиг. 24

Табл. 6.Телесно тегло и признаци за охраненост на тялото

Признаци	Възр. групи	Момчета							Момичета							Междуполови различия	
		n	$\bar{x}$	SD	SEM	V	min	max	n	$\bar{x}$	SD	SEM	V	min	max	Т-тест	ИМР
Телесно тегло(кг)	8-10	54	32.70	5.46	0.74	16.70	22.60	48.70	26	37.38	5.40	1.06	14.45	25.10	48.10	0.001***	-13.36
	11-13	54	47.95###	11.96	1.60	24.94	31.00	81.30	27	49.32###	9.05	1.74	18.35	35.60	69.90	0.601	-2.82
	14-17	43	60.64###	8.24	1.26	13.59	43.80	80.60	34	60.91###	8.01	1.37	13.15	46.50	82.00	0.881	-0.44
Индекс на телесната маса(кг/м ²)	8-10	54	16.62	1.99	0.27	11.99	13.40	24.40	26	17.90	2.01	0.39	11.23	13.60	21.70	0.009**	-7.43
	11-13	54	19.15###	2.86	0.38	14.93	14.90	31.40	27	19.72##	2.22	0.43	11.26	16.00	25.20	0.362	-2.93
	14-17	43	20.08	2.00	0.31	9.96	16.80	24.90	34	21.66###	1.83	0.31	8.45	17.20	25.20	0.001***	-7.57
Сбор от 9-те кожни гънки	8-10	54	69.51	24.40	3.32	35.10	40.30	181.20	25	100.55	30.13	6.03	30.00	51.30	178.50	0.001***	-36.50
	11-13	56	86.63##	37.38	4.99	43.15	40.00	217.60	26	109.89	27.99	5.49	25.47	56.40	180.60	0.003**	-23.67
	14-17	40	71.84	24.49	3.87	34.09	40.10	144.80	33	121.77	21.68	3.77	17.80	73.60	169.70	0.001***	-49.93

t - тест на Student - * p≤0.05, ** p≤0.01, *** p≤0.001 (за междуполови различия)

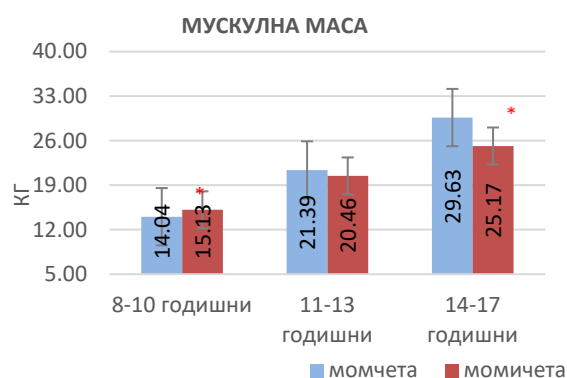
ANOVA:Tukey тест - # p≤0.05, ## p≤0.01, # # # p≤0.001 (за различия между отделните възрастови групи)

1.5. Телесен състав

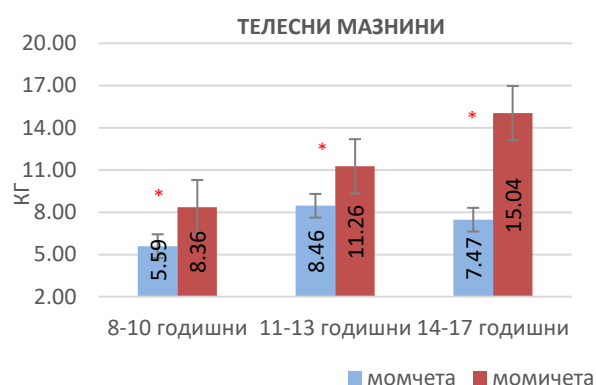
Данните от дескриптивната статистика на компонентите влизащи в състава на телесната маса са представени на **Табл. 7** и **Фиг. 25÷27**.

Телесният състав е един от водещите фактори определящ постиженията при ракетните спортове (скуош, тенис). Изследването и оценката на състава на телесната маса при различните спортни дисциплини са от важно значение при мониторинга на спортната подготовка, схемите за тренировка и здравния статус на спортиста.

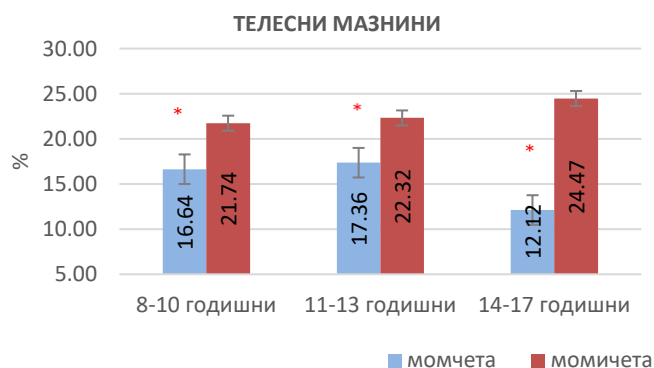
Оценката на компонентите на телесния състав при подрастващите момчета и момичета трениращи тенис показва, че момчетата са с по-развита мускулатура и по-малко количество телесни мазнини от момичетата, при които дебелината на ПМТ се увеличава правопрпорционално с увеличаването на възрастта през целия изследван период. При момчетата тенисисти увеличаване на количеството ПМТ се наблюдава до 11-13 годишна възраст, докато в следващата възрастова група (14-17 години) абсолютния и относителния дял на телесните мазнини намалява значително.



Фиг. 25



Фиг. 26

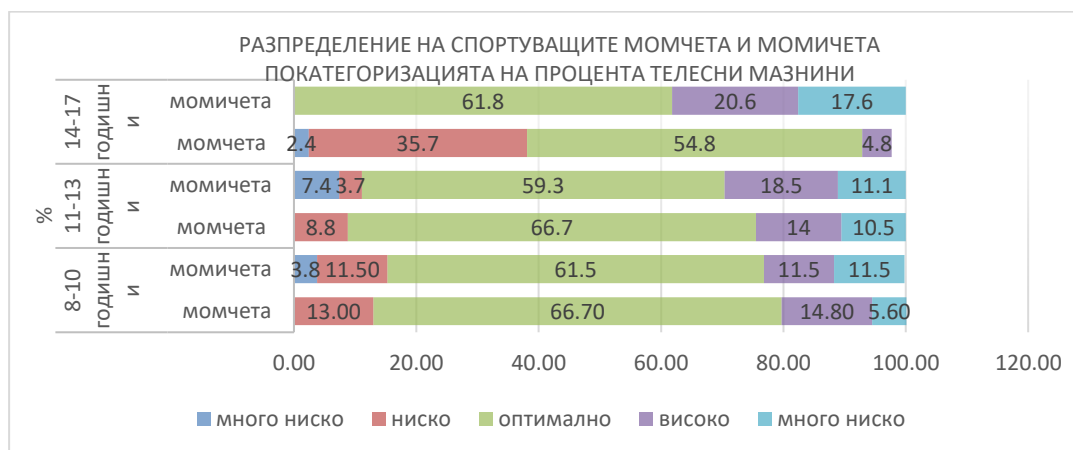


Фиг. 27

Направено е разпределение на тенисистите, според категоризацията на процента телесни мазнини по Houtkooper et al. (1996). При по-голямата част от изследваните спортисти се отчитат оптимални нива на %ТМ (**Фиг. 28**). Почти еднакъв е процентът на тенисистите в първата (14.8%) и втората (14.00%) възрастова група, попадащи в категорията с високо ниво на %ТМ. С много високо ниво на %ТМ са 5.6 % от 8-10 годишните тенисисти и 10.5 % от тенисистите на 11-13 години. Процентът на индивидите с високо ниво (4.80 %) на %ТМ значително намалява в периода 14-17 години, за сметка на увеличение на индивидите с ниско (35.70 %) и много ниско ниво (2.40 %).

При момичетата честотата на разпределение на индивидите с високо (от 11.5% на 8-10 години до 20.6% на 14-17 години) и много високо ниво (11.5 % в първата възрастова група до 17.6 % в третата) на %ТМ се увеличава правопрпорционално, с увеличаване на възрастта. Обратнопропорционално на възрастта е наблюдаваната честота на ниско (11.5 % на 8-10 години и 3.7 % на 11-13 години) и много ниско ниво (3.8 % на 8-10 години и 7.4 % на 11-13 години) на

разпределение на %ТМ. Достоверни междуполови разлики се отчитат в периода 14-17 години, дължащо се на по-високата честота на момчетата с ниско и много ниско ниво на %ТМ ($p \leq 0.001$).



Фиг. 28

1.5.1. Сегментен анализ на компонентите на телесния състав

Сегментният анализ на компонентите на телесния състав показва разпределението на **мускулната** и **мастната маса** (в кг и в %) по тялото и крайниците. Тенденцията, която наблюдавахме при общото описание на мускулната и мастната маса при подрастващите тенисисти се запазва и при сегментното им разпределение.

От направения сегментен анализ става ясно, че най-голямо количество мускулна маса се натрупва в областта на торса през целия период на детство и юношество, следван от долния крайник, а с най-малко мускулатура е горният крайник. Десцендентното подреждане на абсолютното количество (кг) мускулна маса и при трите възрастови групи е:

мускулна маса на торса > мускулна маса на долен крайник > мускулна маса на горния крайник

Данните от сегментния анализ на телесния състав показват значително по-високи стойности на мастната маса (кг, %) при женския пол в периода на растеж и развитие. Това я определя като един от компонентите на телесния състав с най-силна проява на полов диморфизъм в човешкия организъм, като това правило не прави изключение при активно спортуващите тенисисти.

През целия изследван възрастов период се наблюдават различия в сегментното разпределение на абсолютното и относителното количество на мастната маса при активно спортуващите тенис на корт деца и подрастващи.

Представените по-долу десцендентни формули показват количественото разпределение на абсолютния (кг) и относителния (%) дял на мастната маса при подрастващите тенисисти.

1) *мастна маса на торса (кг) > мастна маса на долен крайник (кг) > мастна маса на горен крайник (кг)*

2) *мастна маса на горен крайник (%) > мастна маса на долен крайник (%) > мастна маса на торса(%)*.

Табл.7. Биостатистически данни за компонентите на телесния състав, оценен чрез метода на биоелектричния импедансен анализ

Признаци	Възр. групи	Момчета							Момичета							Междуполови различия	
		n	$\bar{x}$	SD	SEM	V	min	max	n	$\bar{x}$	SD	SEM	V	min	max	T-тест	ИМР
Мускулна маса (кг)	8-10	54	14.04	2.39	0.33	17.02	9.00	21.80	26	15.13	1.74	0.34	11.50	11.30	17.80	0.040*	-7.47
	11-13	56	21.39###	5.79	0.77	27.07	12.60	35.70	27	20.46###	3.69	0.71	18.04	14.30	27.80	0.376	4.44
	14-17	43	29.63###	4.01	0.61	13.53	19.80	36.50	34	25.17###	3.24	0.56	12.87	19.90	32.80	0.001***	8.98
Активна телесна маса (кг)	8-10	54	27.12	3.98	0.54	14.68	18.80	40.20	26	29.01	2.89	0.57	9.96	22.70	33.50	0.033*	-6.73
	11-13	56	39.50###	9.69	1.29	24.53	24.40	62.90	27	38.06###	6.25	1.20	16.42	27.80	50.40	0.419	3.71
	14-17	43	53.16###	6.63	1.01	12.47	36.90	63.90	34	45.79###	5.48	0.94	11.97	36.80	58.60	0.001***	14.90
Общо количество вода в организма (л)	8-10	54	19.91	2.92	0.40	14.67	13.80	29.40	26	21.29	2.12	0.42	9.96	16.70	24.60	0.034*	-6.70
	11-13	56	28.99###	7.12	0.95	24.56	17.90	46.10	27	27.90###	4.58	0.88	16.41	20.40	37.10	0.403	3.83
	14-17	43	39.01###	4.80	0.73	12.30	27.20	46.70	33	33.48###	3.96	0.68	11.83	27.00	42.60	0.001***	15.26
Телесни мазнини (кг)	8-10	54	5.59	2.71	0.37	48.48	2.40	17.40	26	8.36#	3.33	0.65	39.83	2.40	16.20	0.001***	-39.71
	11-13	56	8.46###	4.67	0.62	55.20	2.40	28.70	27	11.26###	4.31	0.83	38.28	3.70	19.60	0.010**	-28.40
	14-17	43	7.47	3.42	0.52	45.78	2.40	16.80	34	15.04	4.29	0.74	28.53	8.10	25.30	0.001***	-67,26
Телесни мазнини (%)	8-10	54	16.64	5.90	0.80	35.45	8.40	36.20	26	21.74	5.98	1.17	27.51	9.50	34.80	0.001***	-26.58
	11-13	56	17.36	6.55	0.86	37.73	5.20	35.30	27	22.32	6.01	1.16	26.93	9.80	32.80	0.001***	-25.00
	14-17	43	12.12###	4.60	0.70	37.95	4.30	24.90	34	24.47	4.99	0.86	20.39	17.30	32.60	0.001***	-67.50

t - тест на Student - * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$ (за междуполови различия)

ANOVA: Tukey тест - # $p \leq 0.05$, ## $p \leq 0.01$, ### $p \leq 0.001$ (за различия между отделните възрастови групи)

1.6. Физиометрична характеристика при тенисисти

Резултатите за изследваните признаци от този раздел са представени на Табл. 8 и Фиг. 29 ÷ 31.

Физиометричната характеристика на индивида е важна и неразделна част от неговата морфофункционална антропометрична характеристика и е показател за неговия здравен статус и дееспособност. Тя зависи пряко от възрастовата и половата принадлежност, както и от вида на физическа дейност в бита и спорта.

Сила на захват на ръката

Силата на захват на ръката често се използва като, индикатор за физическото развитие и хранителния статус на индивида, както и за степента на развитие на мускулатурата на предмишницата и мишницата. Нейните стойности се повлияват от много фактори: пол, възраст, трудова дейност, спорт. Това е един от признаците, които се използва за определяне латералността на горните крайници при човека. Високите стойности за силата на захват на ръката са предпоставка за доброто състояние на мускулите и ставите на горния крайник. Оптималното изпълнение на удара при играта на тенис зависи от добрия контакт между ракетата и топката, а той от своя страна е пряко зависим от силата на захват на ръката (Vergauwen,1998).

За целия изследван период (8-17 години) силата на захват на дясната ръка при момчетата (от 7.24 кг до 17.91 кг) е по-малка от тази при момчетата (от 7.81 кг до 22.99 кг), като статистически значими различия се установяват при 11-13 ($p \leq 0.006$) и 14-17 годишните спортуващи ($p \leq 0.001$).

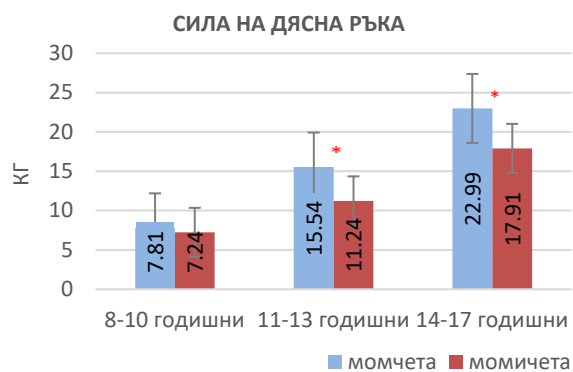
Силата на захват на лявата ръка има по-ниски средни стойности от силата на захват на дясната ръка и при двата пола, с изключение на 11-13 годишните момчета, където стойностите са равни (11.24 кг). Силата на захват на лявата ръка има стойности от 5.97 кг при момчетата и 6.62 кг при момчетата на 8-10 години и достига до 15.70 кг и 20.75 кг, съответно при мъжкия и женския пол в периода 14-17 години. Статистически значими различия ($p \leq 0.001$) се установяват само при 14-17 годишните спортисти.

Жизнена вместимост /Витален капацитет/ на белите дробове

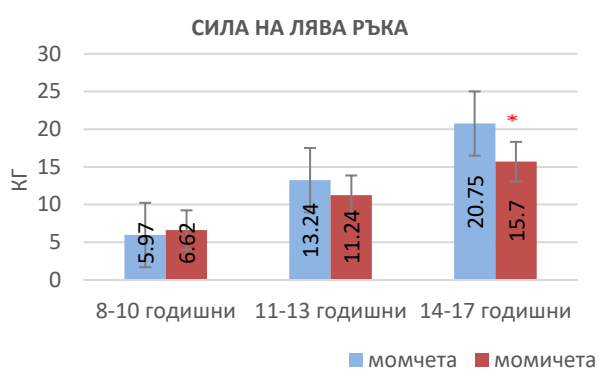
Жизнената вместимост на белите дробове е физиометричен показател, който дава информация за функционалните възможности на белите дробове.

Във възрастовия период 8-17 години средните стойности за виталния капацитет при изследваните тенисисти нарастват от 1814.81 см³ до 3750 см³ при момчетата и от 1764.72 см³ до 2971.21 см³ при момчетата. Статистически значими междуполови различия се установяват само на 14-17 годишна възраст, с по-високи стойности за мъжкия пол ($p \leq 0.005$).

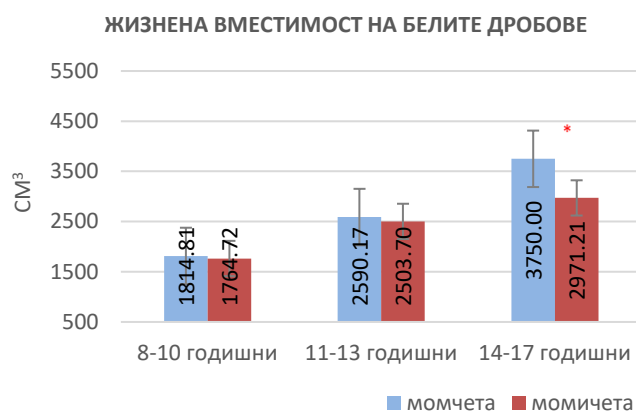
Изследваните физиометрични показатели при подрастващите тенисисти показаха силно изразени междуполови различия единствено във възрастовия период 14-17 години ($p \leq 0.001$), с приоритетно по-високи стойности при мъжкия пол.



Фиг. 29



Фиг. 30



Фиг. 31

Табл. 8. Биостатистически данни за някои физиометрични характеристики при тенисисти

Признаци	Възр. групи	Момчета							Момичета							Междуполови различия	
		n	$\bar{x}$	SD	SEM	V	min	max	n	$\bar{x}$	SD	SEM	V	min	max	Т-тест	ИМР
Сила на дясна ръка	8-10	54	7.81	5.62	0.76	71.96	0.00	20.00	25	7.24	4.48	0.90	61.87	0.00	15.00	0.660	7.57
	11-13	56	15.54###	5.86	0.79	37.70	2.50	30.00	27	11.24#	6.53	1.26	58.10	0.00	27.00	0.004**	32.11
	14-17	43	22.99###	5.33	0.81	23.18	11.00	32.00	33	17.91###	5.05	0.88	28.20	10.00	28.00	0.001***	24.84
Сила на лява ръка	8-10	54	5.97	4.66	0.63	78.10	0.00	14.00	25	6.62	4.61	0.92	69.64	0.00	13.00	0.565	-0.10
	11-13	56	13.24###	6.89	0.92	52.04	0.00	28.00	27	11.24##	4.99	0.96	44.40	0.00	24.00	0.137	16.34
	14-17	43	20.75###	6.74	1.04	32.48	5.00	39.00	33	15.70#	4.64	0.81	29.55	10.00	29.00	0.001***	36.81
Жизнена вместимост на белите дробове	8-10	54	1814.81	696.88	92.11	38.40	700.0	3750.0	25	1764.72	672.87	134.57	38.13	680.00	2700.0	0.760	2.79
	11-13	56	2590.17## #	785.81	105.01	30.34	900.0	4450.0	27	2503.70	832.85	160.28	33.26	1050.0	4000.0	0.660	3.40
	14-17	43	3750.00## #	1155.89	176.27	30.82	1600.0	6900.0	33	2971.21#	1165.39	202.87	39.22	1200.0	4800.0	0.005**	23.17

t - тест на Student - * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$ (за междуполови различия)

ANOVA: Tukey тест - # $p \leq 0.05$, ## $p \leq 0.01$, ### $p \leq 0.001$ (за различия между отделните възрастови групи)

Раздел 2. Сравнителен анализ на антропометричната характеристика на спортуващи тенис на корт и неспортуващи подрастващи

За да се оцени влиянието на спортната дейност върху соматометричната характеристика на сензитивния детско-юношески организъм в периода 8-17 години извършихме сравнителен анализ на изследваните антропометрични показатели при тенисисти и неспортуващи ученици от същите възраст и пол.

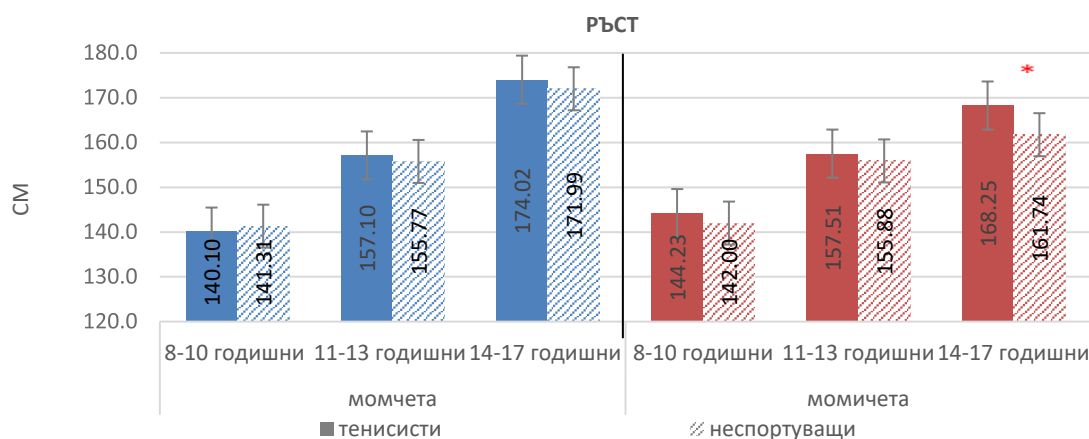
2.1. Дължини, широчини, диаметри и обиколки на тялото и техните пропорции и индекси

Резултатите от дескриптивната статистика (направените анализи) са представени на **Фиг. 32÷35**.

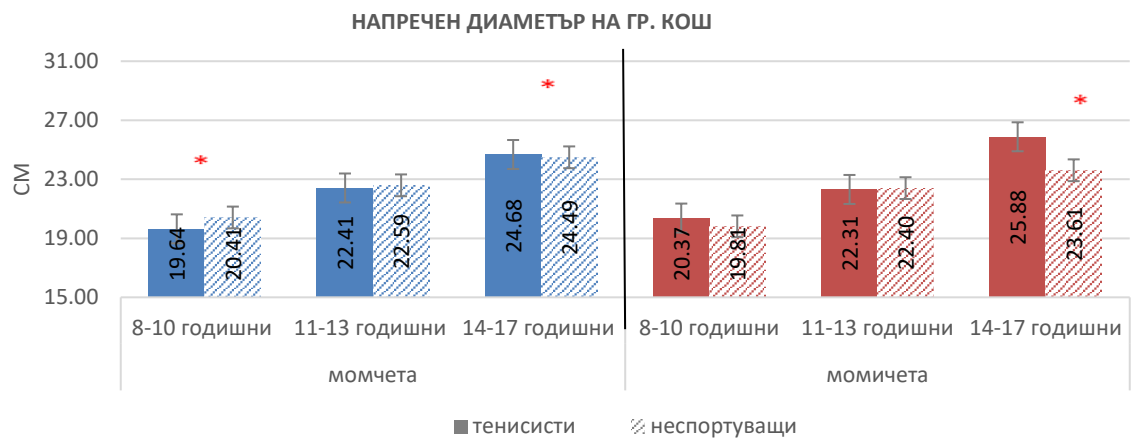
Данните за **ръста** на децата, подрастващите и израсналите индивиди са от съществена важност при селектирането на младите атлети в конкретната спортна дисциплина. По отношение на този признак при сравнителния анализ се установяват статистически значими различия ($p \leq 0.001$) единствено при момчетата на 14-17 годишна възраст, като тенисистите са с 6.5 см по-високи от неспортуващите подрастващи момчета. Въпреки, че при мъжкия пол статистически значими различия не се установяват в нито една от изследваните възрасти, тенисистите на 11-13 и 14-17 години имат по-висок ръст от неспортуващите момчета, докато в периода 8-10 години се наблюдава обратната зависимост.

Описаните **дължинни и широчинни признаци на гръдния кош** имат отношение към оценката на неговата масивност, и нашите първоначални предположения за по-високите им стойности, свързано с по-голямата физическа активност при спортистите не се потвърждават. Това най-вероятно се дължи на факта, че в размерите на гръдния кош участват и меките тъкани разположени в торакалната област (в това число и мастната тъкан, която е значително повече при неспортуващите подрастващи), водещо до по-високи стойности на широчинните и обиколните размери на гръдния кош при неспортуващите индивиди. Друга възможна причина са особеностите в телостроежа. При тенисистите преобладава екоморфен или екомезоморфен соматотип, който се характеризира с по-плосък и по-тесен гръден кош.

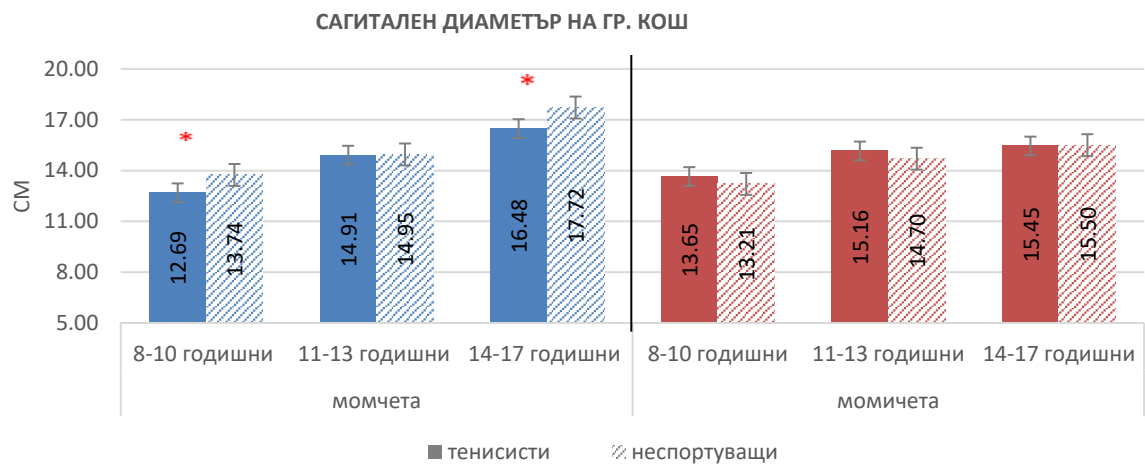
Данните получени за **обиколката на талията** в сравнителен план показват, че тенисистите от мъжки пол имат значително по-тънка талия в сравнение с неспортуващите момчета на същата възраст. Статистически значими различия в групата на момчетата се установяват във всички възрастови групи, значително по-ясно изразени в първа и трета ($p \leq 0.05$; $p \leq 0.001$). Обиколката на талията при момчетата показва достоверно по-високи стойности в групата на спортуващите ($p \leq 0.006$), единствено в периода 11-13 години. Другите две възрастови групи се характеризират със сравнително еднакви стойности за обиколката на талията при женския пол, и значими различия не се отчитат.



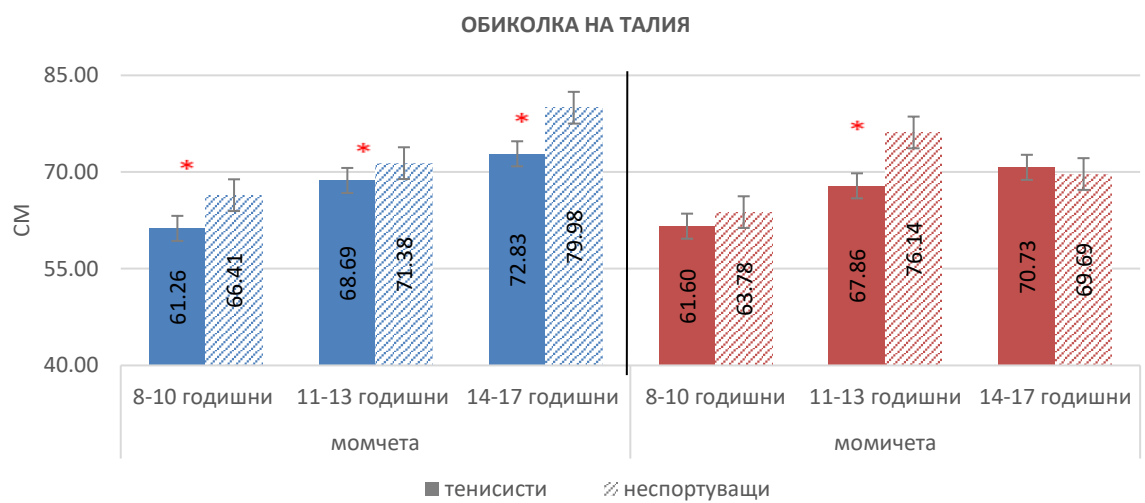
Фиг. 32



Фиг. 33



Фиг. 34



Фиг. 35

2.2. Дължинни и широчинни размери на крайниците и техните пропорции и индекси

Данните за изследваните признаци от този раздел са представени на **Фиг. 36÷40**.

Сравнителният анализ по отношение на **дължината на горния крайник** показва, че момчетата на възраст 11-13 и 14-17 години, трениращи тенис имат значително по-дълги горни крайници в сравнение с неспортуващите момчета ($p \leq 0.05$). При момчетата междугрупови различия по отношение на изследвания признак не се установяват в нито една от трите изследвани възрастови групи.

Тенисистите и от двата пола се характеризират с по-голяма **дължина на ръката** в сравнение с техните неспортуващи връстници и в трите изследвани възрастови периода. Момчетата трениращи тенис имат достоверно по-голяма дължина на ръката в първата ($p \leq 0.033$) и третата възрастова група ($p \leq 0.002$). При момчетата достоверни разлики не се наблюдават.

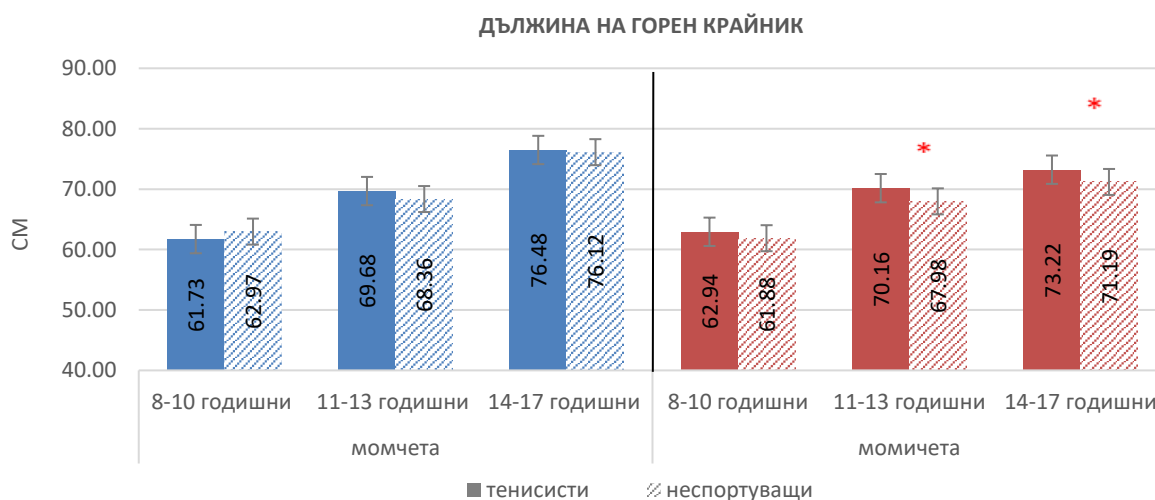
По отношение на **широчината на ръката без палец** се установява, че тенисистите от двата пола имат по-широки длани от неспортуващите подрастващи, със значими междугрупови различия във възрастовите групи 11-13 и 14-17 години ($p \leq 0.005$; $p \leq 0.001$).

Дължинно-широчинният индекс на ръката, описващ отношението на нейната дължина към широчината и, показва значително по-високи стойности при спортуващите 11-13 годишни момчета ($p \leq 0.001$) и момчета ($p \leq 0.05$) това означава, че тенисистите имат по-широки длани в сравнение с неспортуващите момчета и момичета.

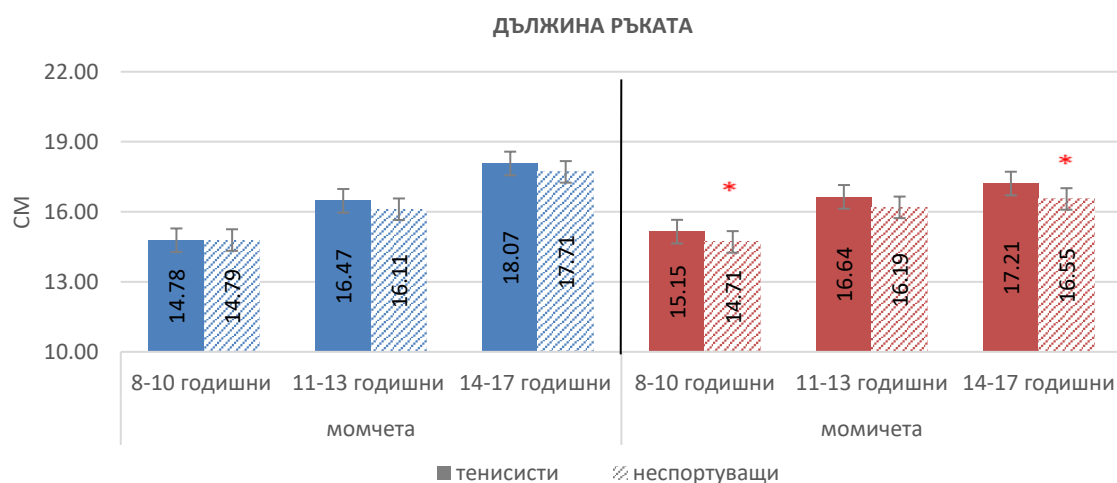
Спортистите от двата пола се отличават и с достоверно по-голям **диаметър на обхвата на ръката** във възрастовия период 11-13 години ($p \leq 0.05$) и 14-17 години ($p \leq 0.007$; $p \leq 0.001$).

При сравнението между спортуващи и неспортуващи подрастващи по отношение на размерите на **епикондиларните диаметри на крайниците** се установява, че момчетата трениращи тенис имат по-големи размери на двата диаметъра, с достоверни различия във възрастовия период 8-10 години ($p \leq 0.05$). При момчетата такива разлики са установени единствено за епикондиларния диаметър на хумеруса във периода 11-13 години, с преимущество за тенисистите ($p \leq 0.05$).

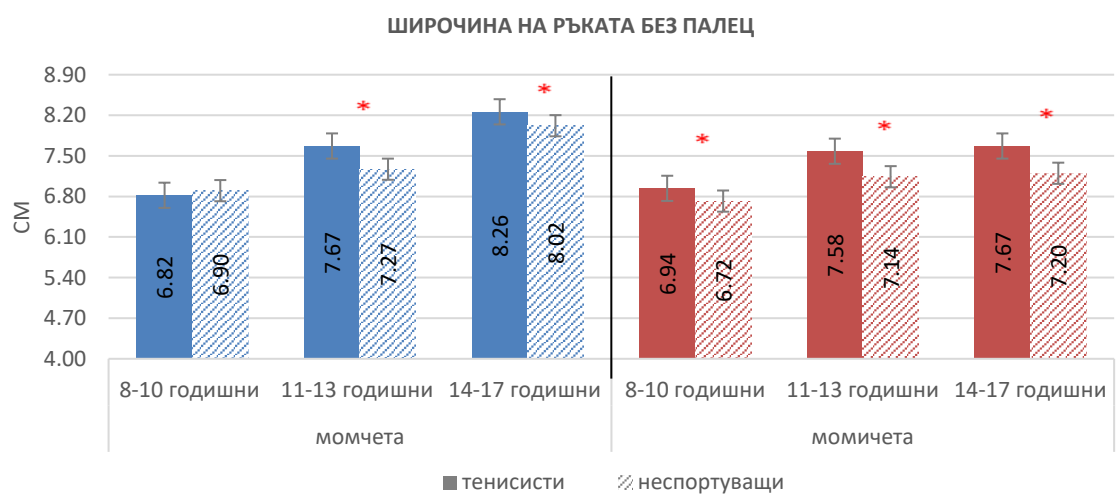
Унилатералната природа на спорта тенис, изразена в по-честото използване на горния крайник предполага по-специфична адаптация на неговите размери. Това се потвърждава и от получените от нас резултати. Достоверно по-високите стойности на дължинно-широчинния индекс, дължината и широчината на ръката и диаметъра на обхват на ръката се обособяват, като група от антропометрични признаци охарактеризиращи формата и размерите на ръката, най-силно променящи се под влияние на спортната дейност в периода на пубертета.



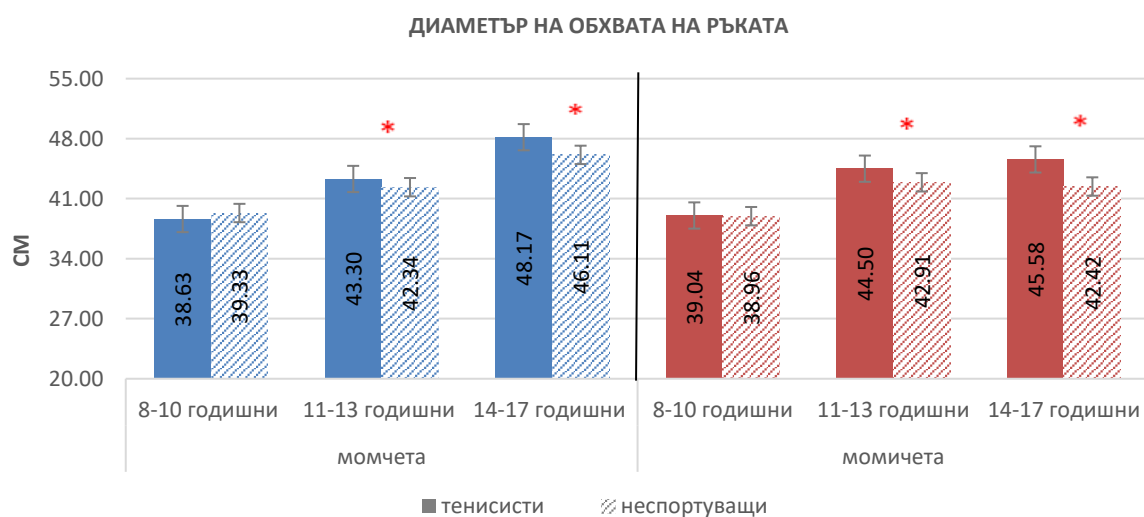
Фиг. 36



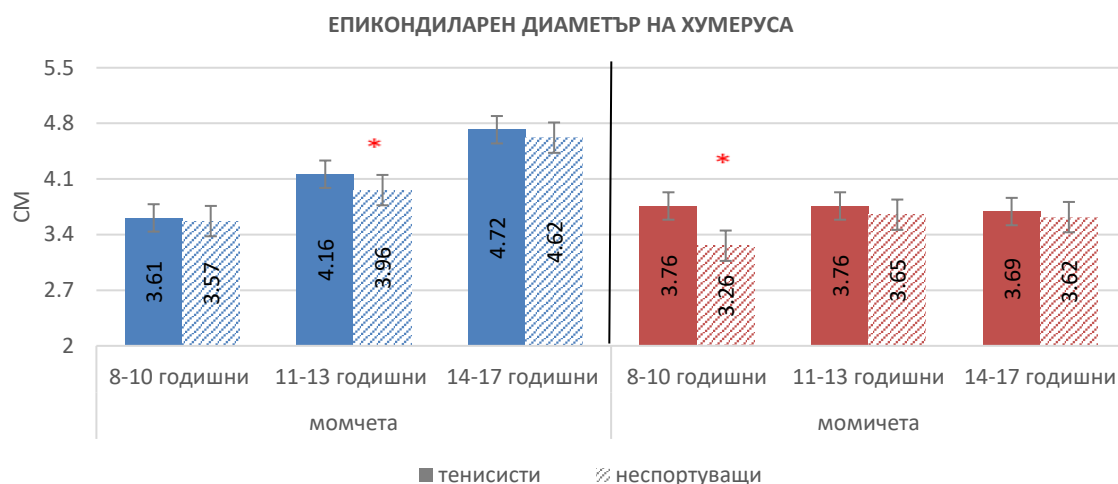
Фиг. 37



Фиг. 38



Фиг. 39



Фиг. 40

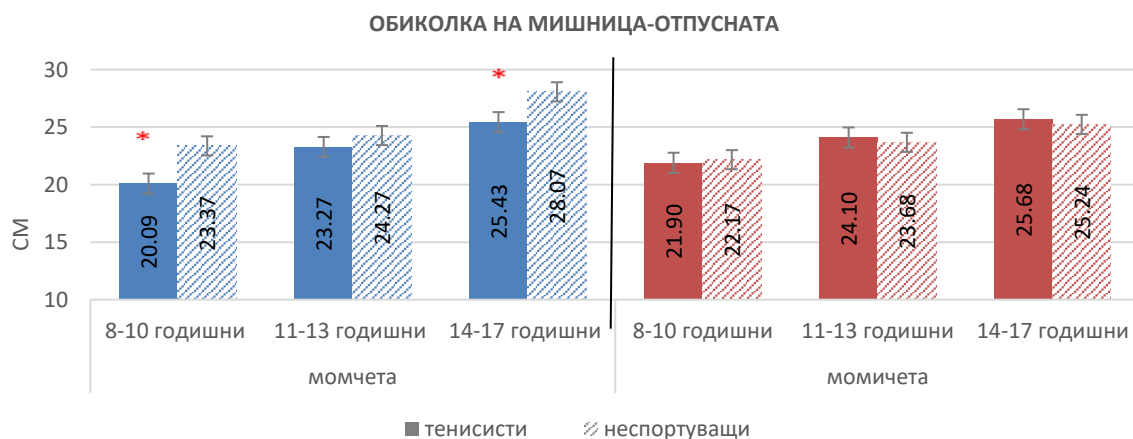
За целия изследван период неспортуващите подрастващи момчета и момичета са с по-големи дължинни, широчинни и обиколни размери на тялото, а спортуващите са с по-големи дължинни и широчинни размери на крайниците. Антропометричните признаци с най-голямо значение за разграничаване на двете изследвани групи (спортуващи и неспортуващи) са дължината и широчината на ръката, диаметъра на обхват на ръката и епикондиларния диаметър на хумеруса.

2.3. Обиколни размери и мускулно-мастни отношения на крайниците

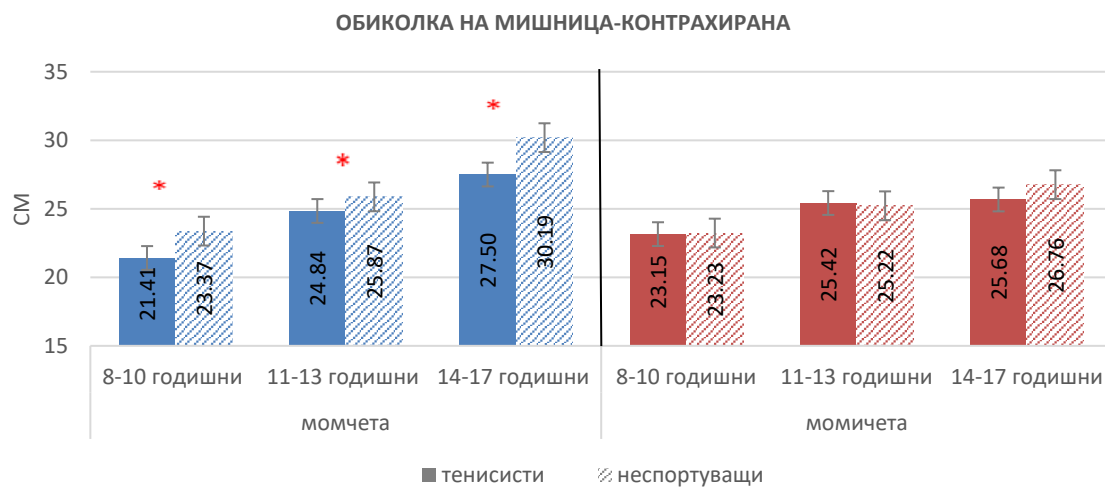
Данните от този раздел са представени на **Фиг. 41÷46**.

В “История на тениса” (1989) А. Пенчев описва, че всеки оптимално изпълнен удар в тениса е резултат от движенията на цялото тяло. Нашите изследвания до сега отчитат най-голяма диференциация в размерите на горния крайник при състезателите по тенис на корт, свързано с вида и спецификата на физическата активност.

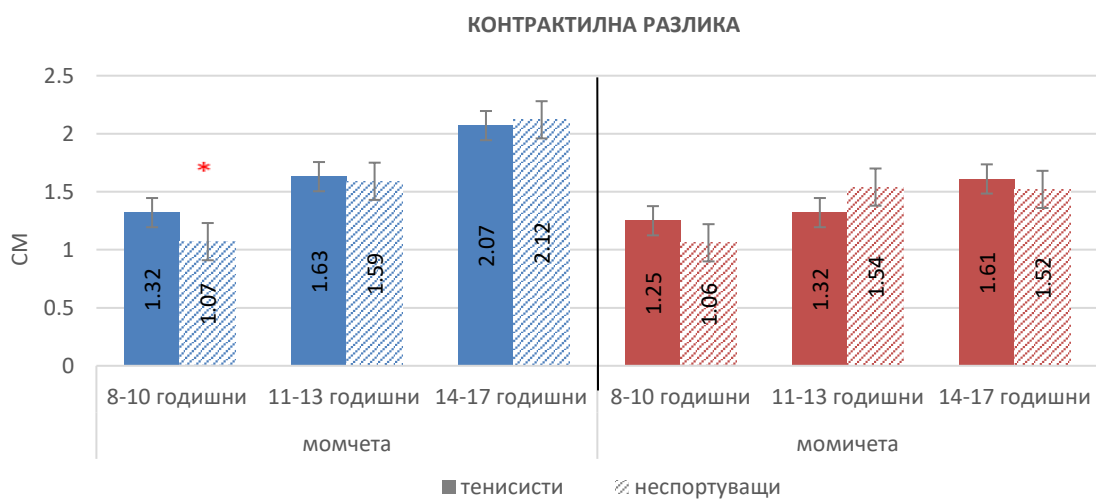
Неспортуващите момчета са с по-големи обиколни размери на крайниците в сравнение с тенисистите, които имат по-голяма контрактилна разлика на мишницата. Това показва, че подрастващите спортисти са с по-добре развита мускулатура на горния крайник.



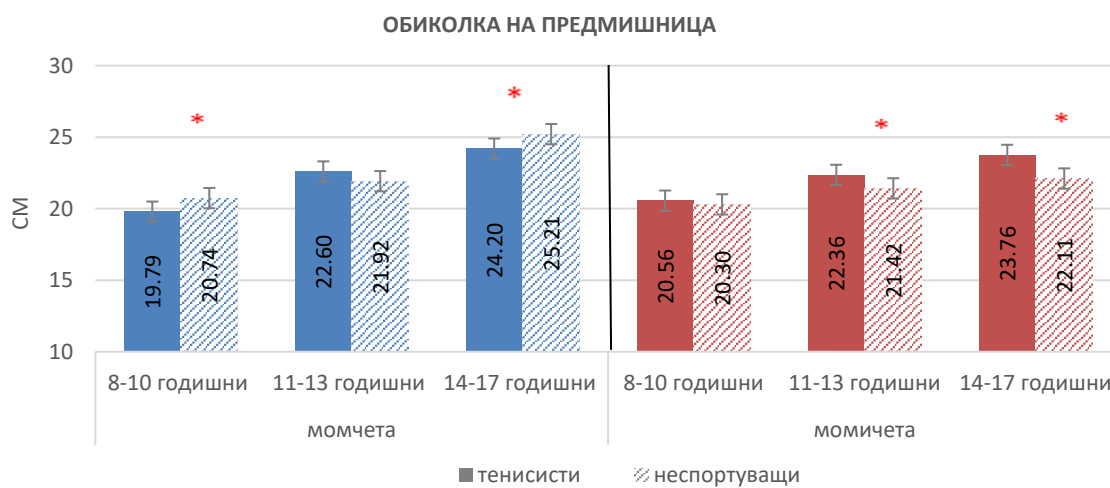
Фиг. 41



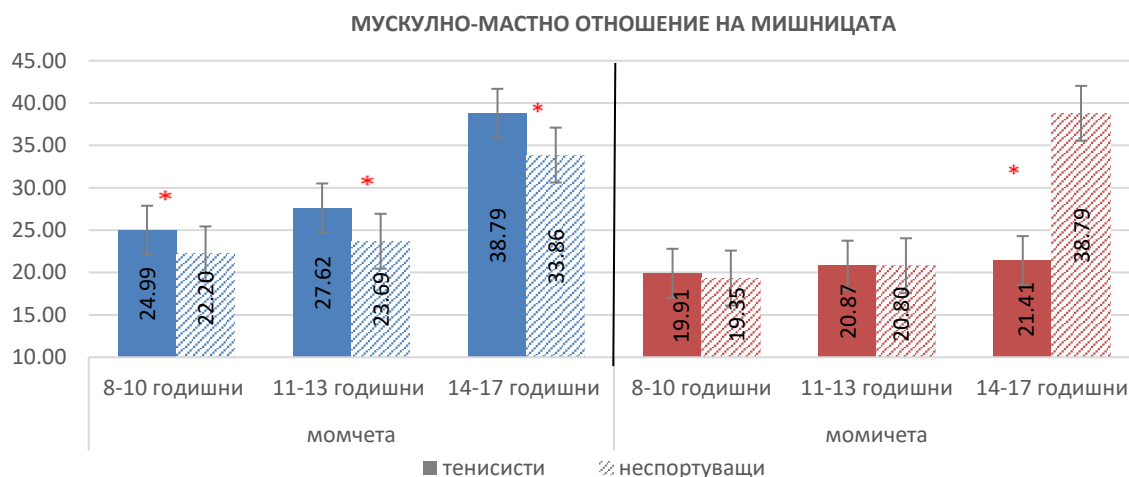
Фиг. 42



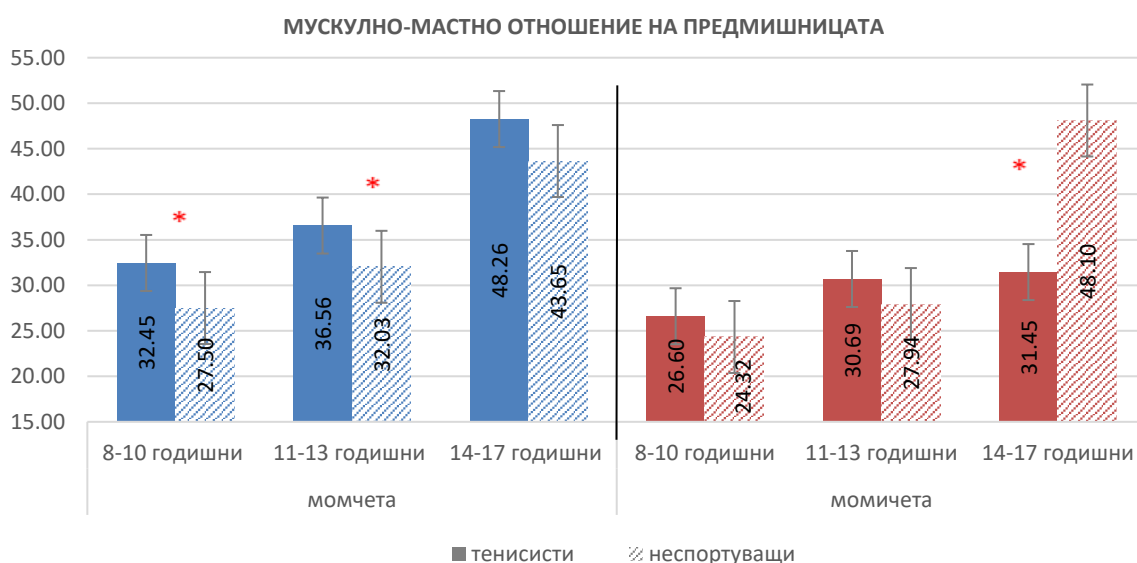
Фиг. 43



Фиг. 44



Фиг. 45

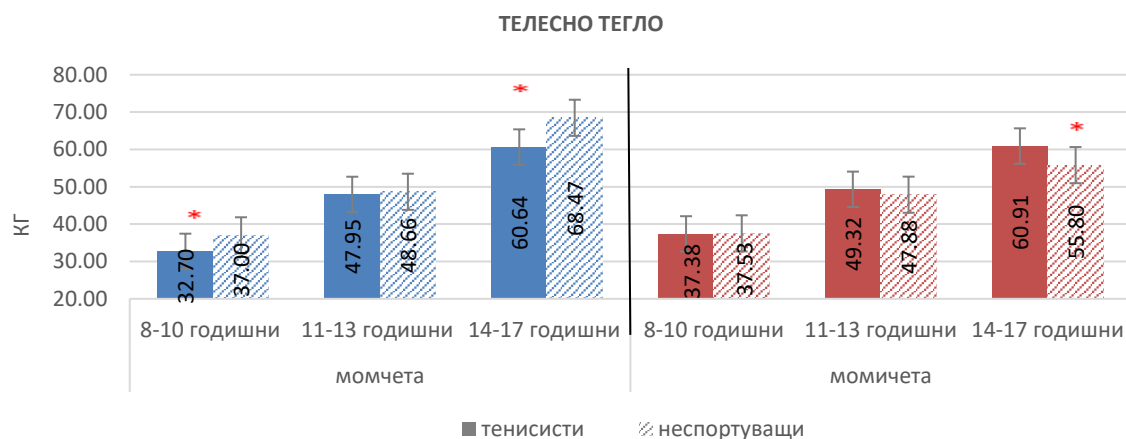


Фиг. 46

2.4. Телесно тегло и признаци за телесна охраненост

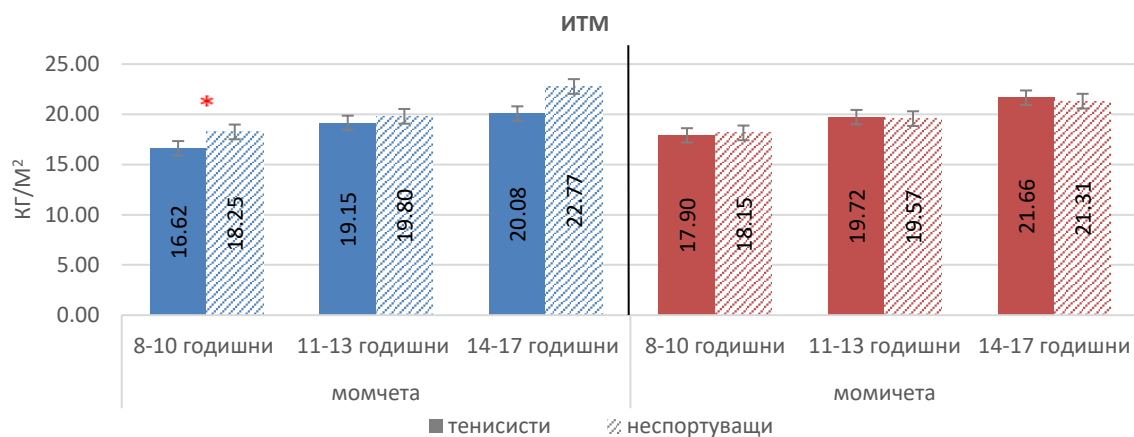
Данните от дескриптивния анализ на изследваните кожни гънки са представени на Фиг. 47÷50.

В междугрупов аспект неспортуващите момчета се отличават с по-голямо **телесно тегло** от тенисистите и в трите изследвани възрастови групи. Достоверни различия при мъжкия пол се отчитат във възрастовите групи 8-10 ($p \leq 0.001$) и 14-17 години ($p \leq 0.003$). Междугруповото сравнение показва, че телесното тегло при двете изследвани групи (спортуващи, неспортуващи) 8-10 годишни момичета има приблизително еднакви стойности. В следващите две възрастови групи тенисистките увеличават значително своята телесна маса, като на 14-17 годишна възраст вече се отчитат достоверни междугрупови разлики по отношение на изследвания признак.

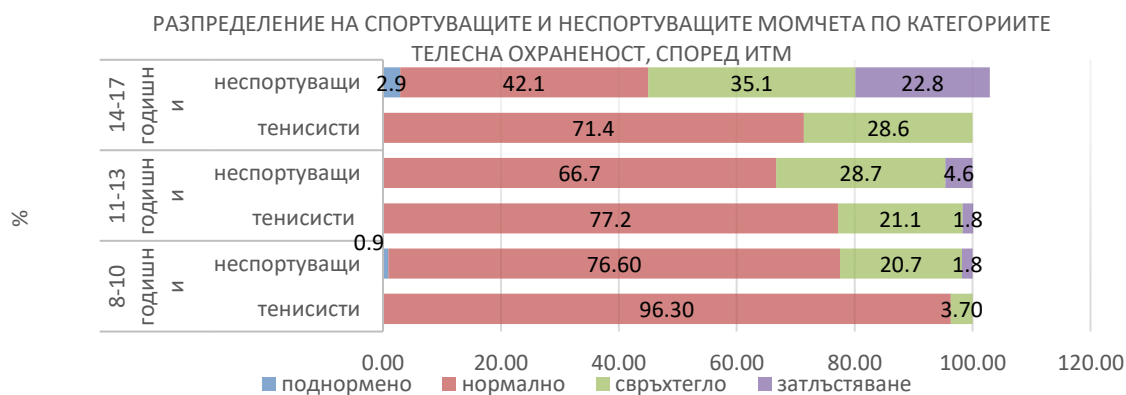


Фиг. 47

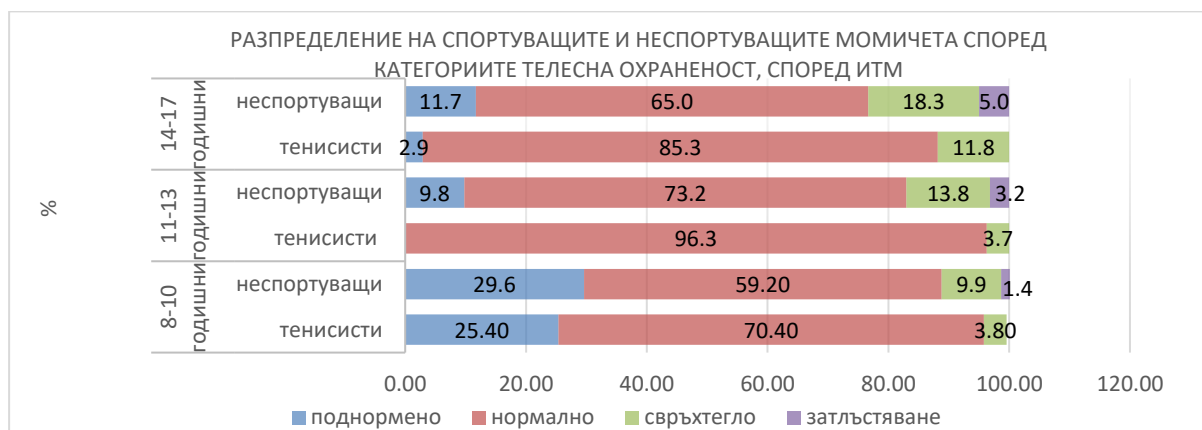
През целия изследван възрастов период **индексът на телесната маса (ИТМ)** при неспортуващите момчета варира от 18.25 kg/m^2 до 22.77 kg/m^2 . Междугруповото сравнение показва, че и в трите възрастови групи неспортуващите момчета имат по-голям ИТМ от тенисистите, като достоверни различия се отчитат единствено в периода 8-10 години. При момичетата ИТМ има сравнително еднакви стойности в отделните възрастови групи, като значими междугрупови различия не се установяват.



Фиг.48



Фиг. 49



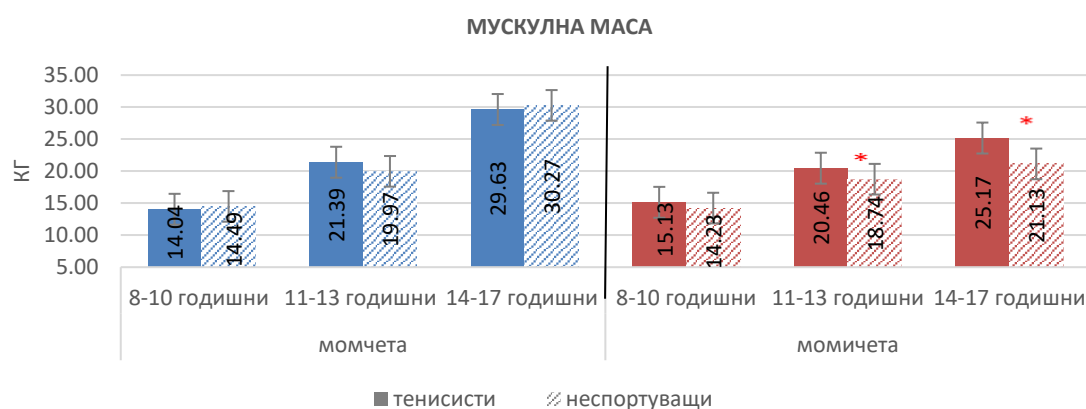
Фиг. 50

2.5. Телесен състав

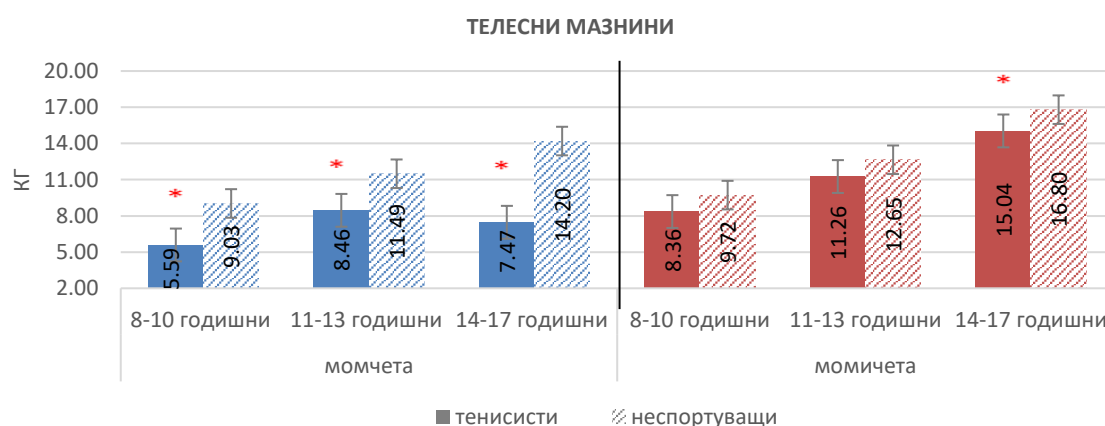
Получените резултати от дескриптивната статистика на компонентите на телесния състав са представени на **Фиг. 51÷55**.

В спортната антропология информацията за състава на телесната маса е съществена част от определянето на морфологичния профил и дееспособността на всеки спортист.

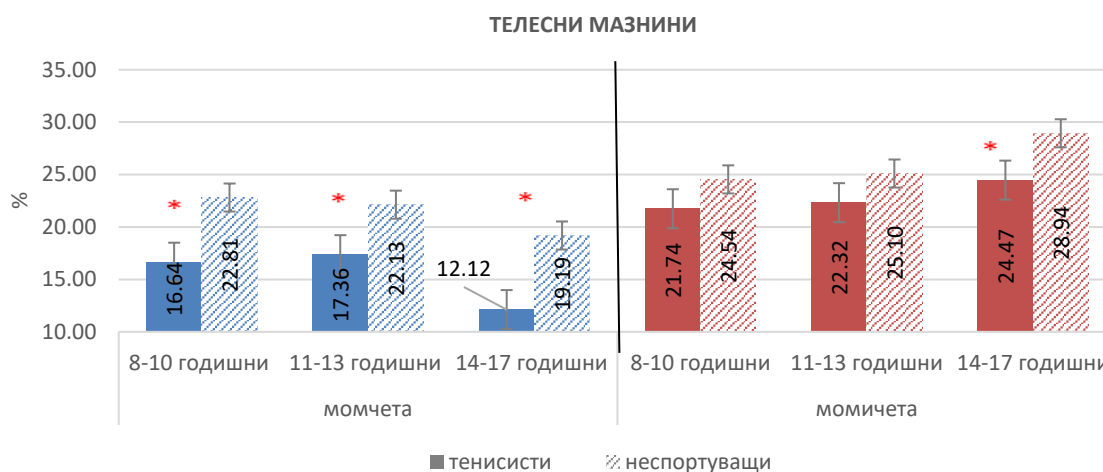
През целия период на изследване спортуващите момичета се отличават с повече мускулна маса, активна телесна маса и общо количество вода в организма. При момчетата значими различия не се установяват. Неспортуващите момчета и момичета имат значително по-голям абсолютен и относителен дял телесни мазнини в сравнение със спортуващите подрастващи.



Фиг. 51

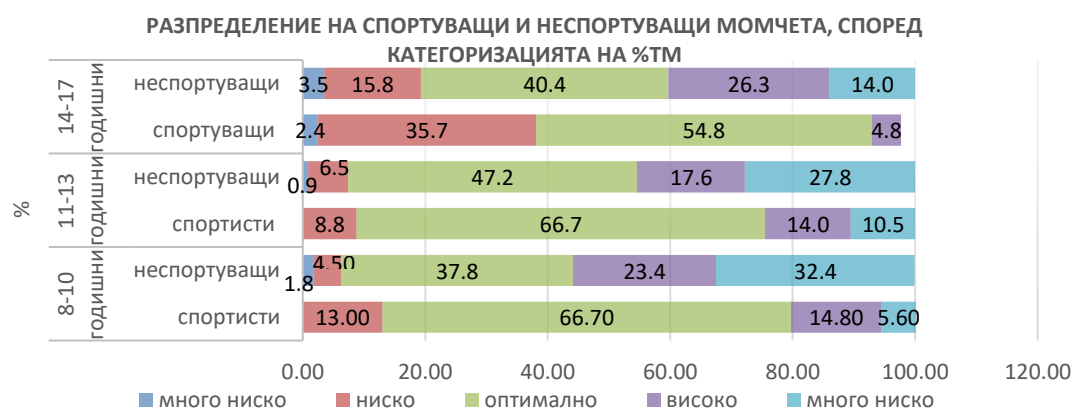


Фиг. 52

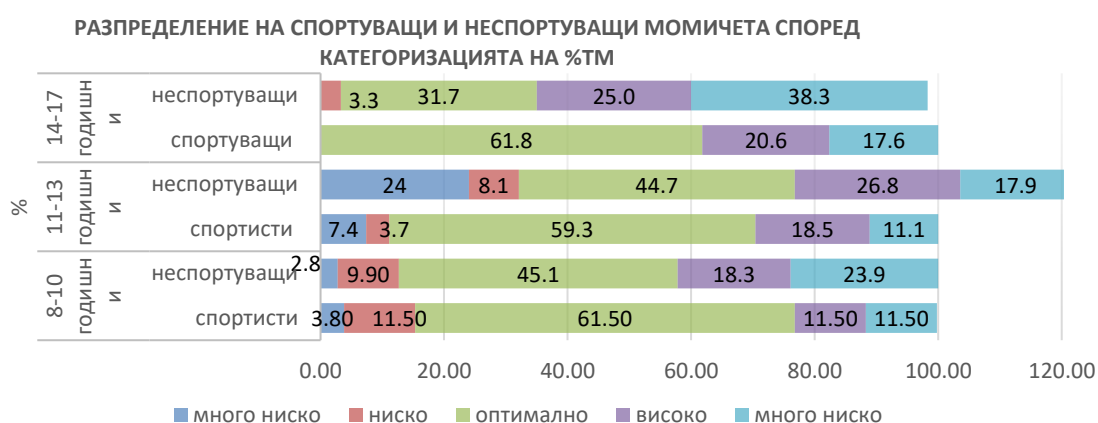


Фиг. 53

На **Фиг. 54** и **Фиг. 55** е представено процентното разпределение на спортуващите и неспортуващите момчета и момичета, според категоризацията на %ТМ по Houtkooper et al. (1996).



Фиг. 54

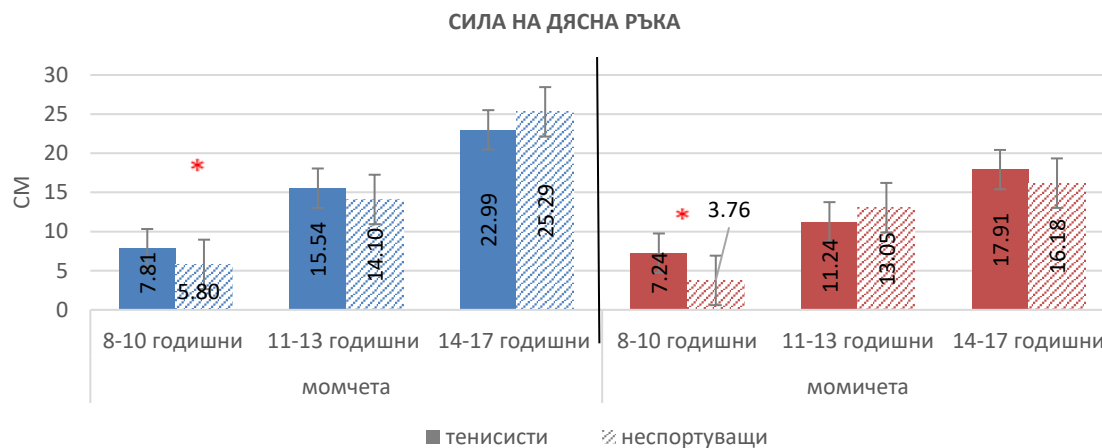


Фиг. 55

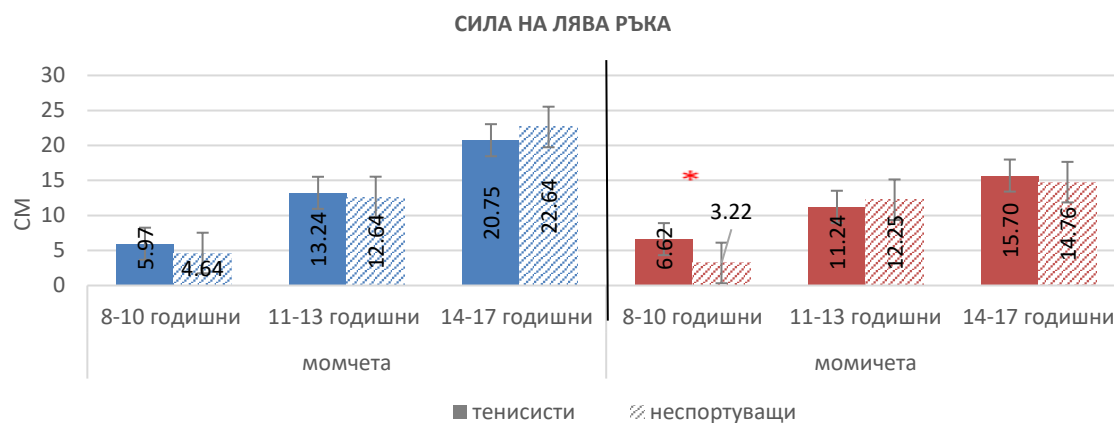
2.6. Физиометрични показатели

Данните от този раздел са представени на Фиг. 56÷58.

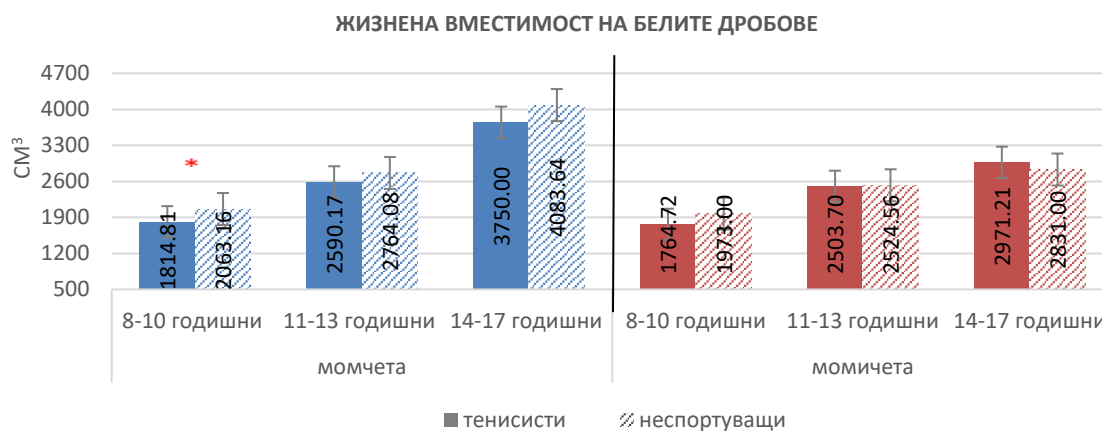
Изследваните физиометрични показатели при спортуващи и неспортуващи се различават достоверно единствено в периода 8-10 години, с приоритетно по-високи стойности за силата на захват при спортистите, докато неспортуващите момчета се отличават с по-голям витален капацитет.



Фиг. 56



Фиг. 57



Фиг. 58

Раздел 3. Морфофункционална антропометрична асиметрия при спортуващи тенис на корт и неспортуващи ученици

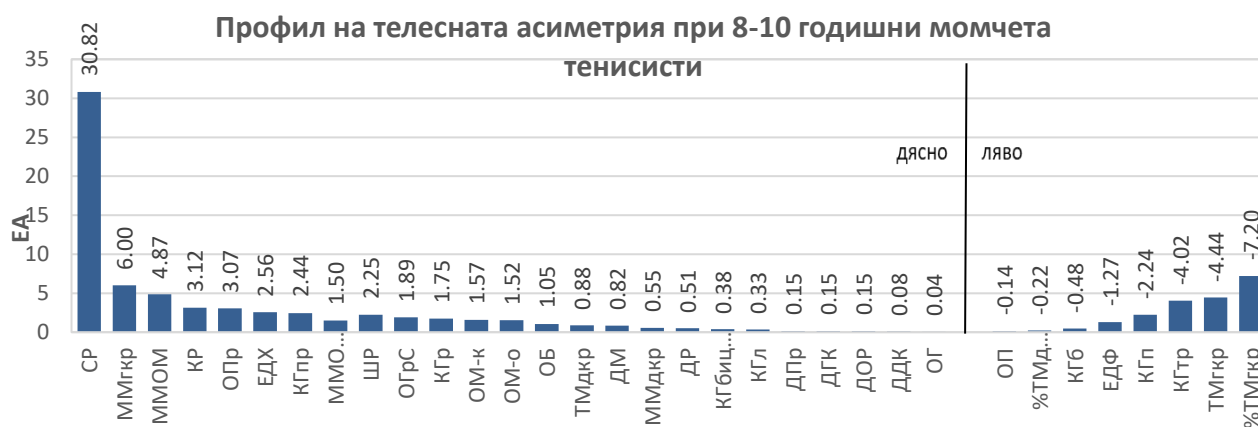
Антропометричната асиметрия е важен маркер, който дава информация за измененията, настъпващи в морфофункционалната характеристика на всеки индивид под влияние на упражнявания вид физическа дейност (трудова, битова, спортна). Промените, които настъпват в телесните структури на младите спортисти по време на растежа и съзряването оказват съществено влияние върху техните силови и двигателни възможности. Оценката на антропометричната характеристика и в частност на метричната асиметрия при подрастващите тенисисти е от съществено значение за повишаване на ефективността на тренировъчния процес, а в следствие на това и за подобряване на състезателните качества на спортуващите тенис на корт ученици, включително и за контрол на здравословния статус на спортно натоварения горен крайник.

3.1. Латералност и големина на проявената асиметрия при отделните антропометрични признаци на крайниците при подрастващи тенисисти

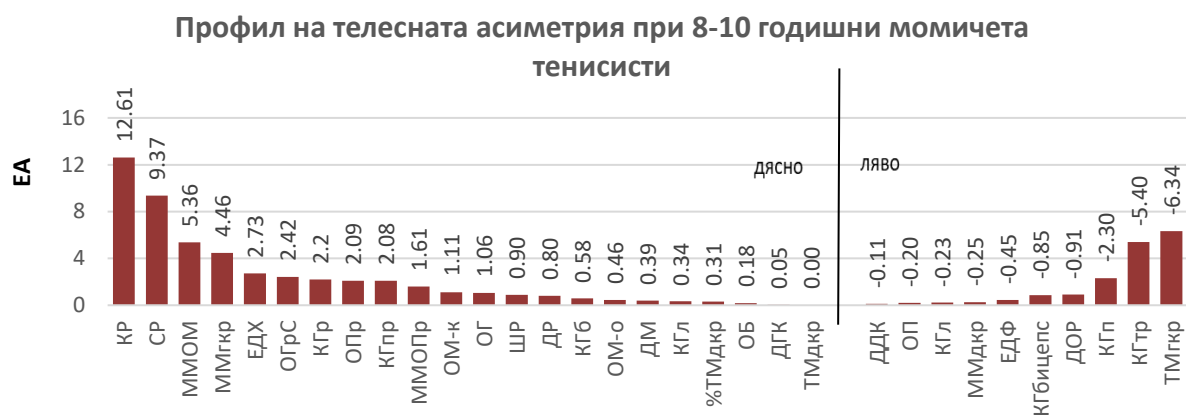
Активната тренировъчна дейност при състезателите по тенис на корт води до намаляване на ПМТ при работещия крайник, за сметка на по-добре развита мускулна маса. Под въздействието на активна спортна дейност при състезателите по тенис на корт най-голяма диференциация претърпяват всички антропометрични признаци характеризиращи меките тъкани на горния крайник (мускулна и мастна маса). Билатерални разлики от средна степен се отчитат в областта на предмишницата (обиколка и КГ на предмишница) и при мускулно-мастните отношения на мишницата и предмишницата. Силата на захват на ръката се явява косвено доказателство за големите билатерални различия в тази част на горния крайник, поради факта, че тя определя работоспособността на мускулатурата на предмишницата. С увеличаване на възрастта асиметричните прояви в изследваните антропометрични признаци намаляват, като тези промени са по-отчетливи при мъжкия пол.

3.2. Профил на телесната асиметрия при подрастващи тенисисти

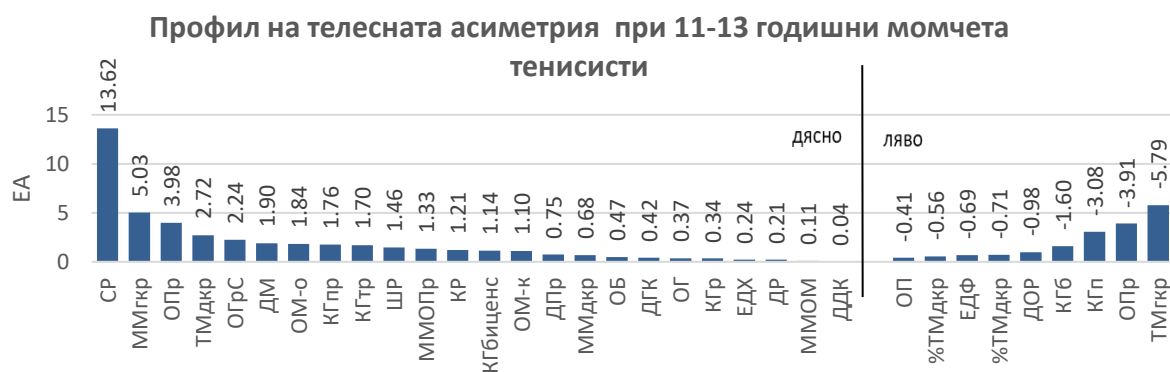
Обобщена и систематизирана информация за големината и посоката на проявената асиметрия на всички билатерално изследвани признаци в отделните възрастови групи тенисисти, ни дава т.нар. „профил на телесната асиметрия” (Фиг. 59 ÷ 64). На представените графики оста на симетрия разделя десцендентно за дясно и асцендентно за ляво нанесените признаци в зависимост от стойностите на единиците за асиметрия.



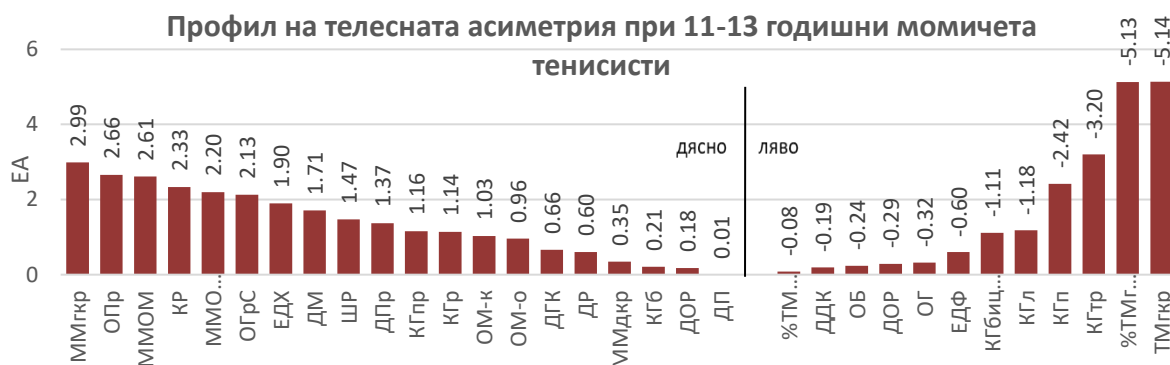
Фиг.59



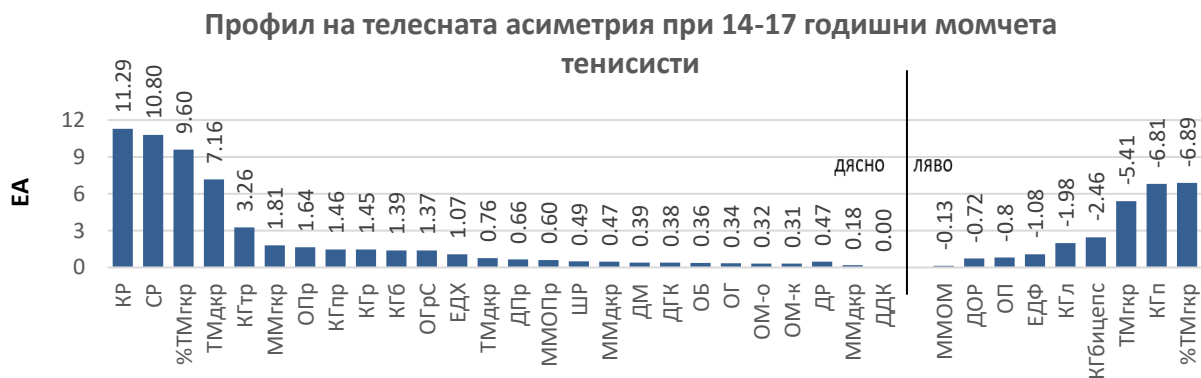
Фиг.60



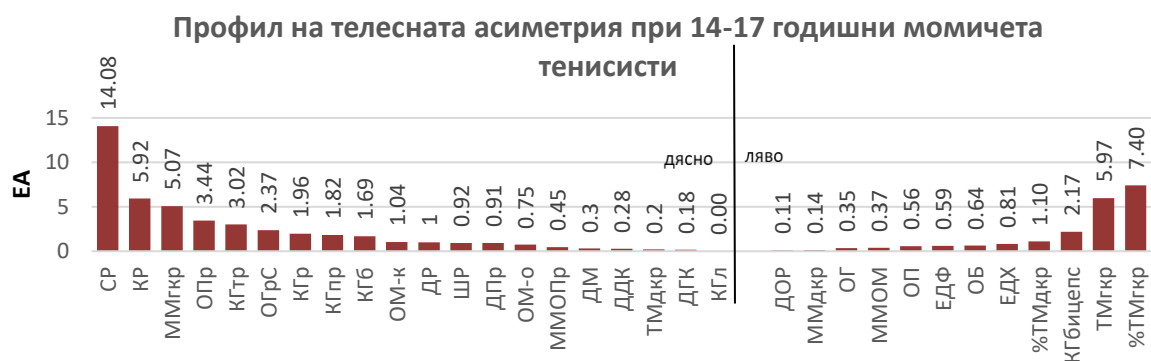
Фиг. 61



Фиг.62



Фиг.63

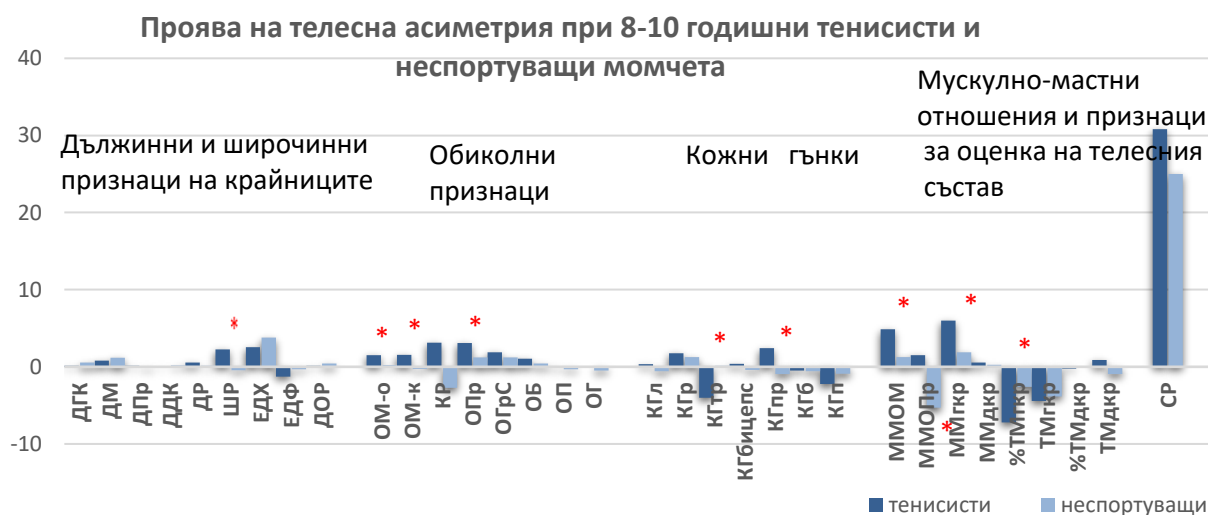


Фиг.64

3.3. Сравнителен анализ на латералността и големината на проявената асиметрия при спортуващи и неспортуващи подрастващи

За оценка на настъпващите асиметрични промени в метричната характеристика при подрастващите тенисисти, сравнихме техните резултати стези получени за неспортуващи индивиди от същите възраст и пол. Това позволява отдиференцирането на група антропометрични признаци, които са от значение за оптимизиране на методиката за оценка на морфологичната асиметрия.

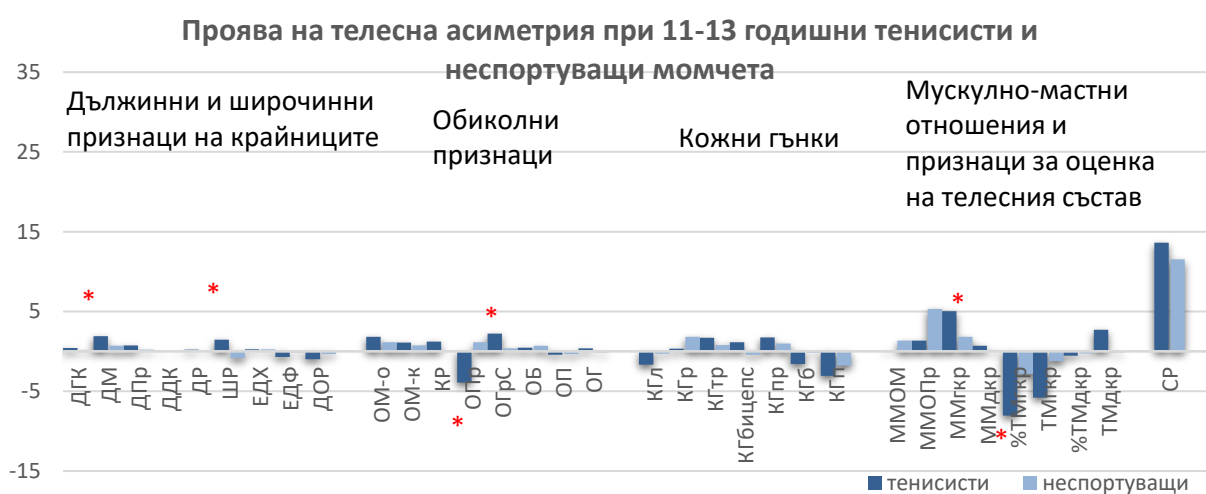
Асиметричните прояви при изследваните признаци в групата на спортистите са много по-силно проявени в сравнение с установените при неспортуващите момчета и момичета. И в двете изследвани групи (спортисти и неспортуващи) силата на захват на ръката, мускулната маса на горния крайник и контрактилната разлика са признаци с висока асиметрия и десностранна насоченост, докато мастната тъкан в областта на горния крайник е с левостранна проява и силна до средна степен на асиметрия. Различията в междугрупов аспект се наблюдават по отношение на големината на проявената асиметрия в обиколните размери на горния крайник, силата на захват на ръката и контрактилната разлика, която при тенисистите има значително по-високи стойности от наблюдаваната в групата на неспортуващите момчета и момичета (Фиг. 65 ÷ 70).



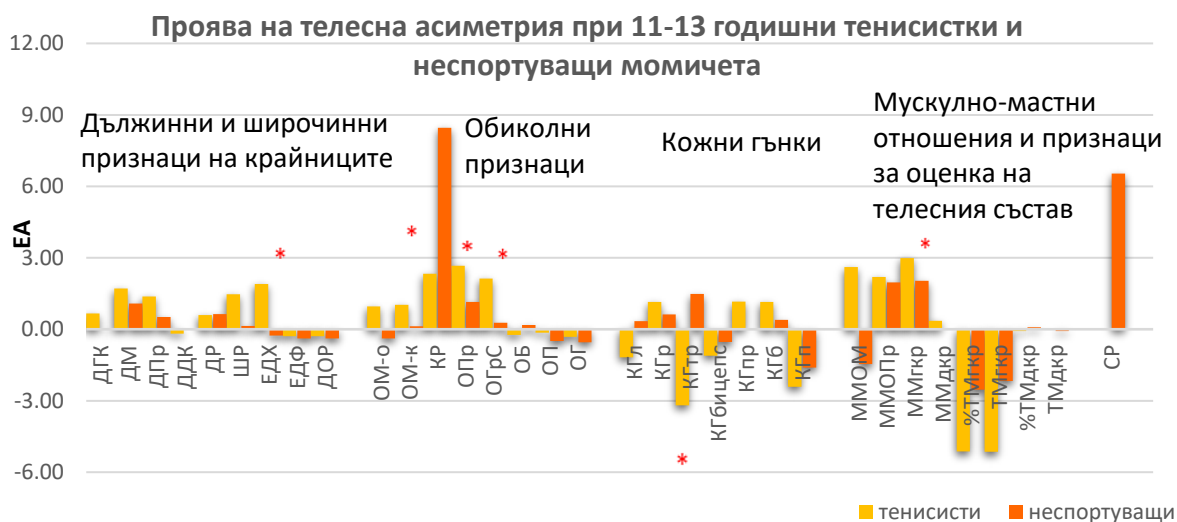
Фиг. 65



Фиг.66



Фиг. 67



Фиг. 68

Дължинни и широчинни признаци на крайниците

Обиколни признаци

Кожни гънки

Мускулно-мастни отношения и признаци за оценка на телесния състав

На телесния състав

Признак	Тенисисти	Неспортуващи
ДГК	0.5	0.5
ДМ	0.5	0.5
ДГр	0.5	0.5
ДДК	0.5	0.5
ДР	0.5	0.5
ШР	0.5	0.5
ЕДХ	1.0	0.5
ЕДФ	-0.5	-0.5
ДОР	-0.5	-0.5
ОМ-о	0.5	0.5
ОМ-к	0.5	0.5
КР	11.0	2.5
ОПр	1.5	1.0
ОГРС	1.5	1.0
ОБ	-0.5	-0.5
ОП	-0.5	-0.5
ОГ	0.5	0.5
КГЛ	-1.0	0.5
КГр	1.5	0.5
КГтр	3.5	2.0
КГбицепс	-1.0	0.5
КГпр	1.5	0.5
КГб	1.5	0.5
КГп	-7.0	0.5
ММОМ	0.5	0.5
ММОпр	2.5	2.5
ММгкр	1.5	2.5
ММдкр	-7.0	0.5
%тмгкр	-1.0	0.5
%тмкр	-7.0	0.5
%ТМдкр	10.0	0.5
ТМдкр	0.5	0.5
СР	11.0	0.5

Проява на телесна асиметрия при 14-17 годишни тенисисти и неспортуващи момичета

Дължинни и широчинни признаци на крайниците

Обиколни признаци

Кожни гънки

Мускулно-мастни отношения и признаци за оценка на телесния състав

ДГК ДМ ДПр ДДК ДР ШР ЕДХ ЕДФ ДОР ОМ-о ОМ-к КР ОПр ОГрс ОБ ОП ОГ КГл КГр КГтр КГбцелс КГпр КГб КГп ММОМ ММОПр ММгкр ММдкр %ТМгкр %ТМдкр %ТМгкр %ТМдкр ТМдкр СР

тенисисти неспортуващи

Приложената от нас методика за количествено-качествена оценка на телесната асиметрия при тенисисти и неспортуващи подрастващи доказва, че тя дава обективна информация за взаимовръзката в системата **“вид спортна дейност - морфофункционална телесна реактивност - здравословен статус”**.

Голямото разнообразие на междугруповите и междувъзрастови различия в големината на проявената асиметрия и при двата пола, към относително еднаквата и латералност, показва че именно нейната големина е показателя, в който трябва да се търси информация за асиметричните промени при билатерално изследваните антропометрични признаци, в условията на активна физическа активност.

46

VI. Основни изводи

1. Направената подробна сравнителна антропометрична характеристика на соматичното развитие на 8-17 годишни активно спортуващи тенис на корт и неспортуващи момчета и момичета показва, че общото физическо развитие на подрастващите тенисисти следва общите тенденции, установени през постнаталната онтогенезата на човека за по-ускорено израстване между 8 и 10 годишна възраст при момчетата и между 14 и 17 години при момчетата.
2. Сравнителната целенасочена оценка на морфофункционалната антропометрична характеристика на спортуващи и неспортуващи подрастващи показва, че основни биологично значими различия са установени при функционално зависимите морфологични характеристики, като обиколки и широчини на крайниците, мускулно-мастни отношения, дебелина на подкожната мастна тъкан, компоненти на телесния състав, все антропометрични характеристики, обезпечаващи вида физическа дейност при тествания спорт.
3. Установихме, че активната тренировъчна дейност при трениращи тенис подрастващи момчета и момичета оказва положително влияние върху компонентите на телесния състав, изразяващо се в по-добро мускулно-скелетно развитие, както и в намаляване на процентното количество мазнини в сравнение с неспортуващите подрастващи. Тези различия са силно проявени през целия период на изследване.
4. Опитът ни да използваме ИТМ за оценка на телесния статус на изследваните тенисисти показва, че този показател не е подходящ при активно спортуващи подрастващи, тъй като по-голямото физическо натоварване води до по-голямо натрупване на мускулна маса, което от своя страна води до по-високи стойности на ИТМ, които могат неправилно да се асоциират с наднормено тегло.
5. Установеното по-силно развитие на мускулатурата на предмишницата спрямо мишницата и при двата пола тенисисти е информация, която може да се използва при програмиране на тренировъчния процес и съответно за здравен контрол.
6. Установихме, че осезаеми междугрупови антропометрични различия при изследваните спортуващи тенис и неспортуващи подрастващи се откриват главно при показателите за оценка на телесната асиметрия, а именно нейната големина и посока (латералност) на проявление. При подрастващите тенисисти антропометричните показатели, които ги разграничават подчертано от неспортуващите момчета и момичета са големината на проявената асиметрия в обиколните размери на горния крайник, силата на захват на ръката, контрактилната разлика, мускулната и мастната маса. Така установените признаци показват групова специфичност и могат да се приемат като разграничителни маркери за оценка на връзката между метричния статус на съответния признак и вида на физическо натоварване в спорта тенис.

Научни приноси

С оригинален характер

1. За пръв път у нас е направена комплексна антропометрична характеристика на морфофункционалния статус на активно спортуващи тенис на корт подрастващи.
2. За пръв път у нас са оценени проявите на телесна асиметрия чрез максимален брой билатерално изследвани антропометрични признаци, отразяващи спецификата на спортната дейност при подрастващи тенисисти.

С теоретичен характер

1. Чрез модифицираната и приложена от нас методика на Начева (1986) за количествено-качествена оценка на проявите на антропометрична асиметрия при изследваните тенисисти и неспортуващи подрастващи е получена обективна информация за взаимовръзката в системата “вид спортна дейност – морфофункционална телесна реактивност - здравословен статус”.
2. Установеният от нас модел на проучване на асиметричните прояви в телесните структури на подрастващите тенисисти може да се прилага за оценка на влиянието на екзогенните фактори върху антропометричната им характеристика.

С научно-приложен характер

1. Данните от изследването могат да послужат за оценка на физическото развитие и телесния състав на активно спортуващи тенисисти и на промените в антропометричните им показатели, необходима за оптимизиране на тренировъчната програма и за целенасочен здравен контрол.
2. Биоимпедансният сегментен анализ може да се използва като надежден метод за оценка на антропометричната асиметрия, както при спортуващи, така и при неспортуващи индивиди.

Научни публикации във връзка с дисертационния труд

1. **A. Димитрова.** Връзка между силата на захват на ръката и някои нейни антропометрични характеристики при 12-15 - годишни тенисисти. Спорт и наука, извънреден брой 1, 2017, 75-82.
2. **A. Dimitrova, I. Yankova Pandourska.** “Asymmetry of Lean Body Mass Accumulation in 12-Years-Old Tennis Players” (Preliminary results). Actamorphologica et anthropologica, 24 (3-4), 2017, 63-67. www.iempam.bas.bg/journals/acta/acta24b/63-67.pdf
3. **A. Dimitrova, I. Yankova Pandourska.** Sex-related differences in chest dimensions in 9-10 – years old Bulgarian children. Anthropological Researches and Studies, No.9, 2019, 35-40. <http://doi.org/10.26758/9.1.3>

Научни съобщения във връзка с дисертационния труд

1. Научна конференция “ Актуални проблеми на спортната подготовка”, Катедра: “ Теория на спорта”, НСА “Васил Левски”, 27. 04.2017 София.
 - **A. Димитрова.** Връзка между силата на захвата на ръката и някои нейни антропометрични характеристики при 12-15 годишни тенисисти.
2. XXIII Конгрес на Българското анатомично дружество”, 5-7 октомври 2017, Варна, България.
 - **A. Dimitrova, I. Yankova Ivanova-Pandourska.** Anthropometric upper limbs asymmetry in 12-years-old tennis players.
3. 21st Congress of the European Anthropological Association, 22-25 August 2018, Odense, Denmark.
 - **A. Dimitrova, Ivaila Yankova Pandourska-** Sex-related differences in chest dimensions and shape in 9-10 – years-old Bulgarian children.
 -
4. 4th Annual International Conference on Anthropology, 18-21 June 2018, Athens, Greece.
 - **A. Dimitrova-** Assessment of body composition in Bulgarian tennis athletes.

INSTITUTE OF EXPERIMENTAL MORPHOLOGY, PATHOLOGY AND ANTHROPOLOGY WITH MUSEUM

“Morphofunctional anthropometric characteristic of 8-17 year old tennis players”

The anthropometric characteristics and body composition are major factors determining achievements in racket sports (tennis, table tennis and squash) and play an important role in reaching optimal performance in many other sports.

The aim of the PhD thesis is to detail the anthropometric characteristics (41 direct measured features and 17 derivative ones) of adolescent tennis players and to compare them to school children of the same age, who are not practicing any sports, as well as to determinate a group of anthropometric traits relevant to the selection of the athletes and in monitoring of their health status during the various stages of sport practicing. This cross-section study has been carried out in the period between 2016 and 2018 in the sports clubs and schools in Sofia, Bulgaria. Totally of 768 adolescents (239 tennis players and 529 school children) are assessed. The anthropologic measurements are taken using the classical method of Martin-Saller (1957). Body composition is determined by means of multi-frequency bioelectrical impedance measurements (BIA). BIA is widely used method, relatively inexpensive and noninvasive. Segmental body composition analysis allows rapid and easy determination of asymmetry in the accumulation of lean and fat mass. A hand grip test (European Test of Physical Fitness - EUROFIT) is perform to defined static arm strength. The right hand grip strength (RHGS, kg) and left hand grip strength (LHGS, kg) are measured using a standard calibrated handgrip dynamometer at standing position with the shoulder adducted and neutrally rotated and elbow in full extension.

Tennis is a sport characterized by high physical activity and frequently repeated motions, especially for the dominant upper limb. This creates differences between upper limbs and lead to an asymmetric distribution of muscle mass and unbalanced muscle tonus. Thirty three of all anthropometric features are measured on both sides of the body, because of the analyzing the anthropometric asymmetry. The asymmetry coefficients of the anthropometric features are calculated by Nacheva equation (1986), modified by us.

The statistical analysis is made by software package SPSS 16.00 for Windows, and the following analyses are implemented: descriptive statistics, t-test of Student and paired T-test ($p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$, $p \leq 0.001$), χ^2 – test ($p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$, $p \leq 0.001$), One-Way ANOVA, as well as Post hoc procedures for multiple comparisons (Tukey, HSD-test), percentile and graphic analyses.

The results obtained are described in three chapters: Anthropometric characteristic of tennis players; Comparative analysis of the anthropometric characteristic between tennis players and untrained adolescents; Morphofunctional anthropometric asymmetry in tennis players and untrained adolescents.

The main results from the current study are:

Physical development of young tennis players follows the general trends established during the different stages of the postnatal ontogenesis of man, shown in increasing the sizes of anthropometric features highlighted in 8-10 years old girls and 14-17 years old boys.

In tennis players from both sexes the muscle mass of the forearm has higher values compared to the muscle mass of the arm, which may be associated with the intensity of tennis training together with specific exercises.

The data from BIA confirms the results from the anthropometric measurements for better musculoskeletal development in boys and more body fat distribution in girls, playing tennis. The bioelectrical impedance can also be used for an easier determination of muscle and fat mass asymmetry in the limbs.

There are significant sexual differences in tennis players` groups, according to their physiometrical characteristics. The boys have a greater hand grip strength and vital capacity than the girls.

The comparative analysis of the morphofunctional anthropometric characteristics between tennis players and non-tennis players shows significant intergroup differences in most of the anthropometric features, which are pronounced in 8-10 and 14-17 years old boys. These intergroup differences are well

highlighted in the following anthropometric features: width and circumferences of the limbs, muscle-fat ratios, skinfolds thickness and body composition compartments.

Sport activities leads to a greater muscle mass accumulation and high values of BMI, which may be associated incorrectly with overweight and obesity. For that reason, BMI is not the most appropriate indicator for assessing the morphological status of athletes.

Tennis training in adolescent athletes leads to morphological asymmetry in the dominant upper limbs. Tennis players have higher level of muscle mass and fat mass asymmetry between dominant and non-dominant upper limbs. Moderate level of bilateral differences are reported in the forearm (forearm circumference, forearm skinfold) and muscle-fat ratios. The hand grip strength is indirect evidence of the large bilateral differences in this part of the upper limbs, due to the better performance of the muscles of the forearm.

The largest intergroup differences are observed in terms of coefficient of asymmetry in the upper limbs circumferences, the contractile difference and hand grip strength, which have significantly higher values in the tennis players` group.

Coaches and sport scientists can use data about tennis players` anthropometric characteristics to help them to achieve their personal potential.

Albena Dimitrova
Institute of Experimental Morphology, Pathology and Anthropology with Museum, Bulgarian
Academy of Sciences
“Akad. G. Bonchev” str., Bl. 25
1113, Sofia
Bulgaria
e_mail: albena_84@abv.bg

Изказвам своята сърдечна благодарност:

- На научния ми консултант доц. д-р Ивайла Иванова-Пандурска за проявения професионализъм, безценните съвети и безрезервна подкрепа и помощ през годините на съвместната ни работа;
- На Ръководството на Института по експериментална морфология, патология и антропология с музей за предоставената ми възможност за научно развитие в сферата на антропологията;
- На ст. н.с. II ст. д-р Анастасия Начева, доц. д-р Любомир Петров и гл. ас. Яница Жечева за компетентното мнение и ценната професионална помощ, която получих от тях при подготовката на дисертационния труд;
- На рецензентите ми проф. д-р Мария Василева Тотева, дмн и доц. д-р Рачо Стефанов Стоев за техните професионални съвети и препоръки, както и за обективната им оценка на дисертационния труд;
- На всички колеги от секция „Антропология и анатомия” при ИЕМПАМ-БАН, които бяха съпричастни към настоящата научна работа и помогнаха при нейното изготвяне;
- На моето семейство за проявеното търпение, тяхната морална и финансова подкрепа;
- На всички тенисисти взели участие в настоящото изследване, на техните родители и треньори, без които то нямаше да бъде възможно;

