

## ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ МІЖ ПОКАЗНИКАМИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ НЕРВОВО-М'ЯЗЕВОЇ І СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ У ФУТБОЛІСТІВ В КІНЦІ ПІДГОТОВЧОГО ПЕРІОДУ

Йозеф ФАЛЕС, Людмила БЄЛОВА, Галина САФРОНОВА, Геннадій СІЛІН, Віра ПОПШЬ, Юрій КСЕНЮК, Василь ІВАСЯК.

*Львівський державний інститут фізичної культури*

*Львівський державний медичний університет ім. Данила Галицького*

Відомо, що ефективність гри команди футболістів залежить не тільки від техніко-тактичної майстерності, зіграності гравців, але і від психолого-фізіологічної підготовленості [4, 5, 7].

Важливу роль в ефективності підготовки футболістів грає обґрунтоване відновлення і своєчасна фізична реабілітація при перенапруженні і травмах. В попередніх дослідженнях ми з'ясували особливості динаміку PWC-170, МСК і ЕКГ у висококваліфікованих футболістів команди "Карпати" в річних тренувальних циклах [3, 6, 7]. Разом з тим, кореляційний аналіз взаємозв'язків показників функціонального стану м'язів ніг і МСК вивчено недостатньо. А це має велике значення для пошуку "слабких ланок" в підготовці футболістів і призначення відновних і реабілітаційних заходів.

**Мета роботи:** вивчити функціональний стан м'язової системи нижніх кінцівок, латентні періоди простих рухових реакцій, стан вегетативної кардіорегуляції. рН крові у футболістів з різним рівнем фізичної працездатності і МСК, а також взаємозв'язки між показниками, які вивчаються, в кінці підготовчого періоду для обґрунтування відновних і реабілітаційних заходів.

Методика і організація дослідження.

Обстеження спортсменів проводилися в медпункті учбово-тренувальної бази с. Брюховичі. Фізична працездатність (PWC-170) визначалася за допомогою двохетапного велоергометричного навантаження (велоергометр "Monark" і розраховувалася за формулою В.Л. Карпмана і співав. [1], МСК також розраховувалося за його формулою. Тонус (твердість) чотирьохголових м'язів правого і лівого стегна (ТНЧП, ТНЧЛ) і м'язів гомілки (ТНГГ, ТНГЛ) в стані спокою і при максимальному їх напруженні вимірявся за допомогою міотометра Сірмаї (у.о.); латентні періоди простих рухових реакцій (ЛПРП, ЛПРЛ) на звуковий подразник на рефлексометрі ІПР-1 (МС). РН крові з пальця визначалося за допомогою газоаналізатора мікро-Аструп. До і через 5 хв після тестування PWC-170 вимірявся артеріальний тиск, реєструвалася ЕКГ в 12 відведеннях і 100 сейсмокардіоциклів, які розраховувалися з точністю до 0,02с. Їх аналіз проводився за методикою Р.М.Баєвського і співав. [2], аналіз комп'ютерних графіків варіаційної пульсограми проводився за нашою методикою [3]. В даному повідомленні ми аналізуємо в двох групах футболістів 19 показників, які підлягли статистичному і кореляційному аналізу, який проведено в комп'ютерному центрі ЛДІФК.

Результати досліджень і їх обговорення.

А.Порівняльна характеристика показників системної гемодинаміки і кардіорегуляції у футболістів в кінці підготовчого періоду.

Як видно з табл.1, групи футболістів достовірно розрізнялися за даними МСК і ЧСС ( $P < 0.001-0.05$ ). Показники максимального артеріального тиску були дещо вищими в I групі (недостовірно,  $P > 0.05$ ), мінімальний тиск був трохи більшим в II групі ( $P > 0.05$ ). Це привело до достовірного ( $P < 0.05$ ), збільшення пульсового тиску в I групі. Розрахований за формулою максимальний серцевий викид також був більшим в I групі. У футболістів I групи був довшим ( $P < 0.05$ ), максимальний кардіоцикл ( $1,34 \pm 0.07$  с і  $1,06 \pm 0.03$  с,  $P < 0.05$ ), мінімальне його значення ( $0.86 \pm 0.07$  і  $0.68 \pm 0.04$  с,  $P < 0.05$ ), більшим був і розмах варіативності –  $\Delta RR$  ( $0,48 \pm 0.05$  і  $0,38 \pm 0.04$ ,  $P > 0.05$ ), але недостовірно. Індекс напруження регуляторних систем був недостовірно більшим в другій групі. Водневий показник був достовірно більшим в I групі ( $P < 0.05$ ). Як видно, у спортсменів I групи при більшому рівні МСК була брадикардія, переважали розміри максимального і мінімального кардіоциклів і їх розмах варіативності. Ці зміни є ознакою розвитку тренуваності на базі переважання вагусних впливів на кардіоритм. Але при цьому був дещо підвищеним артеріальний тиск, збільшені пульсовий тиск і максимальний серцевий викид, достовірно збільшений рН крові. Ці дані вказують на ефективність напруженого тренувального процесу. В другій групі зі зменшенням МСК були підвищені показники ЧСС, АТ, знижені показники максимального і мінімального кардіоциклів, їх варіаційний розкид, дещо збільшений індекс напруження регуляторних систем. Ці дані свідчать про відсутність вагусного тренувального ефекту, і навпаки, підвищення симпатотонічних впливів на кардіоритм.

Таблиця 1.

**Порівняльна характеристика показників системної гемодинаміки і кардіорегуляції у футболістів в кінці підготовчого періоду ( $X \pm m, P$ )**

Група	МСК мл/кг	ЧСС в 1хв	АТ Мх	АТ Мп	РТ	Мх, QS,мл	МхRR с	МпRR С	$\Delta RR$ , с	ІН	РН
I	67.50	59.91	129.60	76.51	53.09	167.20	1.34	0.86	0.48	44.82	7.405
	0.19	0.86	3.33	1.20	1.12	3.33	0.07	0.07	0.05	3.33	0.003
II	61.61	71.54	127.69	78.85	48.84	154.8	1.06	0.68	0.38	48.76	7.375
	0.67	1.77	2.86	1.78	1.34	3.31	0.03	0.04	0.04	4.10	0.006
t	6.4	2.67	0.12	0.13	2.90	2.67	0.35	2.25	1.56	0.74	4.47
P	<0.001	<0.05	>0.05	>0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	>0.05	>0.05	<0.001

*В. Взаємозв'язки між показниками системної гемодинаміки і кардіорегуляції в двох групах спортсменів*

В табл. 2 наведені коефіцієнти кореляції між вивчаємими показниками – достовірні ( $>0.411$ ), близькі до достовірних ( $<0.380$ ) і недостовірні ( $>0.380$ ) в двох групах спортсменів. Аналіз ДКК показав, що вони суттєво розрізняються між двома групами.

Так, МСК було зв'язано в I групі тільки з ЧСС, що вказує на недостатню підтримку споживання кисню збоку системної гемодинаміки і кардіорегуляції. Але рН крові, крім достовірного зв'язку з ЧСС (0.405) мало від'ємні високі зв'язки з максимальним ( $-0.814$ ) і мінімальним ( $-0.561$ ) артеріальним тиском: чим вище рН тим нижчим стає артеріальний тиск, а мінімальне значення КК – вищим. Ці дані вказують на те, що вправи з анаеробної працездатності, впливають на рН і системну гемодинаміку в I групі. В II групі знайдено всього один ДКК РН з МпАТ ( $-0.445$ ). В II групі МСК мало зв'язку з ЧСС ( $-0.12$ ), АТ ( $-0.12$ ), РТ ( $-0.12$ ), Мх ( $-0.12$ ), МхRR ( $-0.12$ ), МпRR ( $-0.12$ ),  $\Delta RR$  ( $-0.12$ ), ІН ( $-0.12$ ), РН ( $-0.12$ ).

позитивних ДКК з показниками МхАТ, РТ і ІН. Це означає, що підвищення МСК базується на адренергічних механізмах адаптації, що визначає її напруження. В ІІ групі максимальний АТ зв'язаний з МхRR, МпRR, РТ: значення цих зв'язків таке саме: це адренергічні зв'язки, які вказують на неефективну напружену адаптацію серцево-судинної системи до тренувального процесу, що потребує корекції навантажень.

Максимальне значення кардіоінтервалу в ІІ групі мало позитивний високий зв'язок (0.704) з мінімальним і близький до достовірного з ?RR (0.398). Зв'язок з ІН був від'ємний (-0.440), що вказує на зниження ІН при збільшенні МхRR, що відповідає змісту адекватних ваготропних адаптивних реакцій. Але в ІІ групі МхRR було зв'язано з МхАТ (що слід рахувати дизадаптивним зв'язком: збільшення МхАТ супроводжується збільшенням МхRR). З МпRR зв'язок МхRR був позитивний, що адекватно, але з ?RR – був від'ємним: збільшення МхRR супроводжується зменшенням ?RR (також дизадаптивний). Аналогічні зв'язки відмічені для МпRR в ІІ групі:

Таблиця 2

**Взаємозв'язки показників МСК, системної геодинаміки і кардіорегуляції у футболістів в кінці підготовчого періоду ( КК x 1000)**

Показники, розмірність	Група	МСК мл/хв. /кг	ЧСС В1хв	АТ			РН	МхRR	МпRR	ΔRR	ІН
				Мх	Мп	РТ					
МСК/к	І	1000	575	-348	051 2	-248	-214	095	315	-190	123
	ІІ	1000	165	402	269	512	-289	-387	031	-370	519
ЧСС в 1хв	І	575	1000	-243	-394	305	415	-031	058	047	-145
	ІІ	165	1000	163	-023	-163	152	-362	-147	-180	187
АТ Мх мм рт. ст.	І	-348	-249	1000	325	392	814	179	-271	497	-317
	ІІ	402	163	1000	212	493	099	402	681	-257	375
АТ Мп мм рт. ст.	І	051	-394	325	100 0	050	-561	-244	-191	249	441
	ІІ	269	-023	212	100 0	346	-445	070	159	-076	321
РТ мм рт.ст.	І	248	305	392	050	1000	-003	391	184	452	-250
	ІІ	512	-163	493	346	1000	080	267	560	260	440
РН	І	214	405	-814	-561	003	1000	018	442	-280	243
	ІІ	289	152	099	-445	080	1000	372	102	244	-153
МхRR, с	І	065	-031	179	-314	391	018	1000	704	398	-386
	ІІ	+387	-362	402	070	267	372	1000	534	-418	397
МпRR, с	І	315	058	-271	-191	184	442	704	1000	-269	105
	ІІ	031	-147	681	153	560	102	397	1000	-564	578
ΔRR,с	І	-190	047	497	-249	452	-280	298	269	1000	-824
	ІІ	-370	-180	-257	-076	-269	244	534	-564	1000	-908
ІН, у.о.	І	123	-145	-317	441	-250	243	-586	-105	-824	1000
	ІІ	519	187	375	321	446	-153	-418	578	-908	

(-0.564 з ?RR і 0.578 з ІН): чим більше МпRR, тим менше ?RR і більше ІН – також адаптивні адренергічні зв'язки.

Таблиця 3

Порівняльна характеристика показників нервово-м'язової системи у футболістів з різним рівнем МСК в кінці підготовчого періоду ( $X \pm m$ )

Група, чол.	Показники											
	ЧСС в 1 хв	МСК/хв	ТНЧП	ТНЧЛ	КАЧ, %	ТНГП	ТНГЛ	КАГ, %	ЛПП	ЛПЛ	КАЛП, %	РН
I	59.99	67.52	80.71	98.10	9.72	47.40	59.00	10.90	164.7	157.7	2.18	7.405
п=10	0.155	0.80	2.51	3.50	1.33	3.11	2.80	1.18	3.01	3.50	0.11	0.001
II	71.54	61.61	79.60	65.30	12.38	55.51	57.80	2.02	154.7	153.9	0.26	7.380
п=13	1.25	0.62	2.41	2.22	0.78	1.96	2.82	0.16	4.23	3.70	0.01	0.02
Достовірність	P<0.05	P<0.001	P>0.05	P<0.001	P<0.001	P<0.05	P>0.05	P<0.001	P>0.05	P>0.05	P<0.001	P<0.001

Індекс напруження регуляторних систем був зв'язаний в обох групах від'ємним зв'язком з МхRR (-0.586 і 0.418) і ?RR (-0.8254 і -0.908). Це означає, що чим більший IN, тим менші МхRR і ?RR, що адекватно оптимальній адаптації.

Підрахунки ДКК і близьких до ДКК в обох групах показали, що в I групі їх було 16, а в другій – 15, але вони розрізнялися за змістом.

В таблиці 3 представлені дані показників МСК/кг, тонусу напруження чотирьохголових і гомілкових м'язів справа і зліва (ТНЧП, ТНЧЛ в міотонах), коефіцієнти їх асиметрії в % (КАЧ, КАГ), латентні періоди простих рухових реакцій правої і лівої руки (МС) (ЛПП, ЛПЛ) їх коефіцієнт асиметрії (КАЛП), РН крові.

Як видно з наведених даних, МСК/кг було достовірно вищим в I групі ніж в другій ( $67.58 \pm 0.80$  і  $61.61 \pm 0.62$  мл/хв./кг,  $P < 0.05$ ). ЧСС в I групі була нижчою –  $59.91 \pm 1.66$  в 1 хв, а в другій – вищою –  $71.54 \pm 1.25$ ,  $P < 0.05$ ). Це основний функціональний показник, на який ми орієнтувалися при розподілі футболістів на групи. Тонус напруження правих чотирьохголових м'язів в групах не розрізнявся ( $P > 0.05$ ), а в лівих кінцівках – був набагато вищим в I групі ( $P < 0.01$ ). Це, слід думати, відображає більш високий м'язів потенціал лівої кінцівки в I групі, причому, зліва тонус у них був вищим, ніж праворуч. Коефіцієнти асиметрії в обох групах були близькими, але відображали протилежні особливості: в I групі – за рахунок більшого тонузу зліва, а в II групі – за рахунок більшого тонузу праворуч. Для того, щоб оцінити значення цих асиметрій, необхідно проаналізувати індивідуальні особливості техніки ударів по м'ячу, що буде описано далі.

Тонус напруження м'язів гомілки у футболістів I групи був також вищим зліва ( $59.00 \pm 2.8$  і  $47.40 \pm 3.11$  Мт), що дало високий коефіцієнт асиметрії ( $10.90 \pm 1.18\%$ ). В другій групі показники ТН лівої

гомілки були такими, як в першій ( $P > 0.05$ ), але правої були достовірно вищими.

Суттєва різниця в показниках тонусу м'язів і їх КА, слід думати, обумовлена особливостями тренувального процесу, кількістю повторень вправ, ступенем втоми м'язів ніг, їх ефективність для МСК буде видна далі при аналізі коефіцієнтів кореляції (КК).

ЛП рухових реакцій були достовірно довшими справа в 1 групі, а зліва між групами не розрізнялися. КА ЛП в 1 групі був  $2.18 \pm 0.11$ , в другій – дуже низький  $-0.26 \pm 0.01\%$ . Як видно, показники нервово-м'язової системи і їх коефіцієнти асиметрії дають важливу інформацію для оцінки ефективності підготовки футболістів. На цій основі зроблені модельні характеристики параметрів що вивчаються для кінці підготовчого періоду.

Достовірно розрізнялися в групах дані рН крові: показник був вищим в 1 групі, що вказує на деяке збільшення у них недоокислених метаболітів, можливо, у зв'язку з індивідуально більшим обсягом анаеробної роботи.

В таблиці 4 наведені достовірні коефіцієнти кореляції між показниками, що аналізуються у двох групах.

Рівень МСК в 1 групі мав тільки один ДКК з ТНГЛ. Це може означати, що кількість кросових навантажень занадто низька для підвищення МСК. Крім аеробних (кросових) навантажень на тонус м'язів ніг значно впливають і інші (переважно технічні) навантаження. Це підтверджують від'ємні КК рівня рН і показників м'язового тонусу в I і II групах: чим нижче тонус напруження правого чотирьохголового м'язу. При цьому в 1 групі скорочуються ЛПП і ЛПЛ руки. В другій групі зв'язки МСК і рН досягають рівня достовірності також з ТНЧП, ТНГЛ і ЛПЛ. Ці дані можуть служити обґрунтуванням відновних заходів (масаж, вправи на розслаблення, аеробні вправи), які будуть підвищувати показники тонусу напруження і знижувати концентрацію Н-іонів після тренування).

Тонус напруження чотирьохголового м'язу був зв'язаний з показниками рН%, від'ємними зв'язками з показниками лівого стегна і правої гомілки ( $-0.419$  і  $-0.498$ ).

Це може бути ознакою більш рівномірного впливу тренувального ефекту на м'язи гомілки і стегна в 1 групі. Від'ємний вплив показників ТНЧП в другій групі на латентні періоди лівої і правої руки вказує, що збільшення тонусу напруження вкорочує ЛПР, що оптимально. З гомілки лівої ноги реалізуються достовірні від'ємні впливи на ліве стегно ( $-0.409$ ). Разом з тим, на праву гомілку реалізуються позитивні впливи з лівої гомілки ( $0.608$ ), що вказує на оптимальний стан м'язів гомілок в 1 групі.

На латентні періоди лівої руки в 1 групі впливають показники рН ( $-0.483$  і  $-0.558$ ) і ЛПП ( $0.41$ ), а вплив рН в II групі має протилежне позитивне значення ( $0.520$ ).

**Заключення.** Проведені дослідження показали значну різницю в показниках ЧСС, МСК, рН, тонусу напруження лівого чотирьохголового м'язу стегна, правої гомілки, латентних періодів реакцій системної гемодинаміки і кардіорегуляції і їх взаємозв'язків в двох групах футболістів. Кількість ДКК була близькою в обох групах, але їх зв'язки розрізнялися за змістом, щільністю і спрямованістю. При підвищенні МСК збільшується тонус напруження м'язів стегна (тренувальний ефект), але зменшується тонус напруження м'язів гомілки, що слід рахувати ознакою втоми. Деяке гальмування ЛП правої руки може бути результатом розумової втоми.

Коефіцієнти кореляції вказують на можливість трьох варіантів змісту взаємозв'язків: адаптивні, ваготропного змісту, ефективні взаємовпливи; дизадаптивні, коли зміст близьких показників виявляється протилежного значення і компенсаторні, адренергічного змісту, які є показником незавершеної або напруженої адаптації [6, 7].

**Коефіцієнти рангової кореляції у футболістів 1 і II груп (x1000)  
(КК-Д = -0.410)**

Показники	Група	МСК	РН	ТНЧП	ТНЧЛ	ТНГП	ТНГЛ	ЛПП	ЛПЛ	Кількість достовірних коефіцієнтів кореляції	
										1 група	II група
МСК	1	1000	-214	021	-289	381	461	116	118	1	2
	II		-289	078	-369	-151	401	235	-415		
РН	1	214	1000	0415	-340	-320	-215	-483	-558	3	2
	II	-289		-478	-257	-293	082	147	520		
ТНЧП	1	021	-415	1000	809	510	318	059	241	3	4
	II	078	-478		547	-151	-264	-409	-483		
ТНЧЛ	1	-289	-371	809	1000	169	-147	161	380	1	2
	II	363	257	547		080	-416	-307	136		
ТНГП	1	381	-320	560	169	1000	608	274	004	2	-
	II	-151	293	-151	080		173	-277	-140		
ТНГЛ	1	461	-215	318	-147	608	1000	-170	-271	2	2
	II	401	082	-264	-416	173		225	-143		
ЛПП	1	116	-483	059	161	274	-170	1000	411	2	-
	II	235	147	-409	-307	-277	225		348		
ЛПЛ	1	118	-558	214	384	004	-271	411	1000	2	3
	II	415	520	483	136	-140	-143	348			

Останні в два варіанти потребують уважного вивчення індивідуальних параметрів і використання відомих відновних і реабілітаційних заходів (збільшення аеробних вправ, масаж “відстаючих” м’язів, полівітаміни, біогенні стимулятори – жень-шень, елеутерокок і ін.).

## ВИСНОВКИ

1. Групи футболістів з високим і середнім рівнем МСК достовірно розрізняються за даними МСК, ЧСС, водневим показником, показниками тонузу напруження м’язів стегна і гомілок (праворуч), латентними періодами реакцій, максимальними і мінімальними значеннями кардіоінтервалів.

2. Більш оптимальними слід рахувати вищі показники тонузу напруження правого стегна з коефіцієнтом асиметрії 7-10% до лівого, вагот ропні зміни RR, ЧСС і системної гемодинаміки.

3. Показники АТ розрізняються, але не є достовірно інформативними.

4. На втому вказують знижені показники тонузу напруження правої гомілки, що приводить до високого коефіцієнту асиметрії.

5. Індивідуальний контроль за показниками МСК і м’язової системи дає основу для обґрунтування реабілітаційних заходів (вибірковий масаж “відстаючих” м’язів гомілки і стегна, корекції кількості технічних навантажень для правої і лівої ноги).

6. Контроль індивідуальних показників нервово-м’язової системи потрібно проводити з урахуванням кількості технічних навантажень, динаміки МСК і PWC-170 в кінці підготовчого і в середині змагального періоду.

7. Дані дозволяють проводити відбір футболістів з високими показниками для відповідальних ігор. Модельними значеннями можуть бути показники футболістів I групи.

## Література

1. Аулик И.В. *Определение физической работоспособности в клинике и спорте*. - М.: Наука.-1984.- 201с.
2. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. *Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе*. М.: Наука.-1984.-201с.
3. Белова Л.А. *Багаторічна динаміка показників електрокардіограми, зв’язок з вегетативною кардіорегуляцією і фізичною працездатністю спортсменів // Молода спортивна наука України*. - Львів.- 2002.- С.203-207.
4. Вихров К.Л., Базилевич О.П., Бальчос М.В. і ін. *Практикум з футболу*. Федерація футболу України. - Київ.-2000.- 103с.
5. Зеленцов А.М., Бальчос М.В., Лисенчук Г.А. *Разработка комплексных программ подготовки футболистов: Методреком*. - Киев.- 1999.- 61 с.
6. Сафронова Г., Фалес Й., Сілін Г., Белова Л. *Структура рангової оцінки працездатності футболістів//Практикум з футболу*. - Київ.- 2000.-С.30-33.
7. Сафронова Г.Б., Фалес Й.Г., Белова Л.А., Сілін Г.В. і ін. *До механізмів зниження фізичної працездатності футболістів в змагальному періоді.//Роль фізичної культури в здоровому способі життя*. - Львів,1999.- С.113-115.
8. Соломонко В.В., Лисенчук Г.А., Соломонко О.В. *Футбол*.- Київ: “Олімпійська література”.- 1997.- 287 с.
9. Качанч Л., Горский Л. *Тренировка футболистов*. - Братислава: “Спорт”.- 1984.- 245 с.
10. Шамардин В.Н. *Моделирование подготовленности квалифицированных футболистов //Дніпропетровськ: “Пороги”*.- 2002.- 200 с.

## INTERRELATION BETWEEN INDEXES OF NEURAL-MUSCULAR AND CARDIOVASCULAR SYSTEM OF SOCCER-PLAYERS AT THE END OF PREPARATORY PERIODS

Joseph PHALES, Ludmila BELOVA, Galina SAFRONOVA, Genadi SILIN, Vira POPEL,  
Yuri KSENJUK, Vasil IVASJAK

*Lwiv State Institute of Physical Culture  
Lwiv State Medical University by D.Galitsky*

We studies indexes of functional state of neural – muscular and cardiovascular system of soccer-players with high and middle levels of MCO.

High level MCO characterized more optimum indices of muscular tone of legs (thighs), latent periods of senso-motor reaction and cardiovascular regulation.

Interrelation between theirs were higher. They indicates on the effective characters of adaptation to the training load. By the middle levels of MCO there are many deviation. It demands medicine and physical rehabilitation.

## ФОРМОУТВОРЕННЯ М'ЯЗІВ ВЕРХНЬОЇ КІНЦІВКИ ЛЮДИНИ У ПРЕНАТАЛЬНОМУ ПЕРІОДІ РОЗВИТКУ ТА У ЛЮДЕЙ ЗРІЛОГО ВІКУ

ШАПАРЕНКО П.П., ШКОЛЬНИКОВ В.С.

*Вінницький національний медичний університет ім. Пирогова М.І.*

### **Вступ.**

Різноманітні біомеханічні діапазони функціональних рухів, які виконує верхня кінцівка людини, не можуть бути пояснені з точки зору повздовжнього напрямку м'язових волокон, класично описаного у сучасній літературі, тим більш є недостатніми для пояснення виконання складних ротаційних рухів верхньої кінцівки.

Незважаючи також на значну кількість публікацій за даною тематикою, відсутній опис просторової орієнтації м'язових волокон та м'язів в цілому навколо своїх поздовжніх осей. Сучасні дослідження більш стосуються гістохімічних, гістогенетичних та ультраструктурних даних, де матеріалом для досліджень являються, в основному, лабораторні тварини (Шмерлінг М.Д., 1991; Курський М.Д., 1995; Костинський Г.Б., 1999 та інші).

При характеристиці поступового переходу плавникоподібної кінцівки у ногоподібну форму Беркгаут К.Ф. (1954) відмічає, що торсійне обертання плечової і стегнової кісток в межах 60°-70° має давнє філогенетичне походження. Це обертання, за їх даними є процес генетично детермінований, та здійснюється він у початкових стадіях внутрішньо-утробного розвитку. Однак, як відмічають автори, несприятливі фактори зовнішнього середовища можуть порушувати його механізми.