

Про вплив ультрачастотного поля на симпатичну нервову систему.

П. Є. Моцний.

Фізіологічна лабораторія Дніпропетровського державного університету і лабораторія ультрачастотного поля (заяв. — проф. В. М. Архангельський) Українського інституту експериментальної медицини (директор — проф. Я. І. Ліфшиц).

Ми поставили собі за завдання вивчити зміни у функціональному стані симпатичної нервової системи під впливом ультрачастотного поля. За об'єкт дослідження обрано симпатичну іннервацію поперечносмугастої мускулатури. За критерій впливу ультрачастотного поля на *sympathicus* був симпатичний ефект на м'язі (Орбелі¹, Гінецінський²). Запечення деяких авторів (Берітов³, Гедевані⁴, Schneider⁵) про залежність так званого симпатичного ефекту від можливого затікання петель струму або від супутної судинної реакції були спростовані працями Гінецінського, Некрасова й Ковальнової⁶ та ін.

Методика. Експерименти провадились на осінніх жабах (*Rana esculenta*). Декапітована жаба укріплювалась на дощечці, розтиналась черевна порожнина і під контролем бінокулярної лупи робилося перерізу симпатичних *rami communicantes* до 7-8-9 спинномозкового нерва (номенклатура Langley-Orbeli⁷) правого боку. Потім м'язовий і шкірний розрізи зашивались, жабу укладалося на черевце, шкіра на стегнах зрізувалась і обережно відпрепаровувались обидва п.п. *ischiadici*. Після описаної процедури жабу фіксувалося на вкритій целулоїдом дерев'яній пластинці, оголювались тт. *gastrocnemii*, ахілесові сухожилки перерізувались і сполучались з важільцями горизонтальних міографів. Під ізольовані п.п. *ischiadici* підводились зігнуті платинові електроди. Під електроди підкладались тонкі гумові підкладки, щоб уникнути безпосереднього подразнення м'язів стегна. Нерв разом з електродами занурювався в м'язове ложе, чим виключалась можливість його підсихання під час експерименту.

За джерело струму для подразнення були двовольтовий акумулятор і два положкові апарати Дюбуа-Реймонда в 5000 обертів вторинної спіралі. У первинний ланцюг увімкнулося метроном так, що поодинокі індукційні удари в певному ритмі посилали то до одного, то до другого боку (60—80 ударів на хвилину). М'язові скорочення реєструвалось звичайним способом на барабані кімографа, який повільно обертається.

У наших експериментах, як це видно з опису методики, позразнювались не корінці, а мішані нерви. Проте, на підставі даних Гінецінського⁸, Худорожевої⁹, Лабогардта¹⁰ ця обставина не може бути приводом для закиду в методичній помилці, бо поодинокі індукційні удари не є ефективними подразниками для симпатичних волокон *ischiadicus'a*, і порогові збудливості цих волокон завжди вищі, ніж для моторних волокон. Інтенсивність застосовуваних нами подразнень для симпатичних волокон є підпорогова що легко перевірити на підставі судинної реакції плавальної перетинки.

Для здобування ультрачастотного поля ми користувались 35-ватним генератором системи Холборна. Усі експерименти провадились в приблизно ідентичних умовах: при довжині хвилі 5,2 метри і при стабільному режимі анодного живлення (Еа—700 V, Іа—100 mA). Об'єкт вміщувалося в первинному контурі, при чому пластинки конденсатора ($d=3$ см) встановлювались на рівні люмбальної частини спинного мозку.

Момент увімкнення і вимкнення поля реєструвалося електровідзначником. Експозиція змінювалась залежно від результатів і мети експерименту. Додержувались усі заходи для збереження однаковості умов для обох кінцівок (положення електродів, міжполюсна віддаль, симетричне положення об'єкта щодо пластинок конденсатора тощо).

Порядок експерименту. Поодинокими індукційними ударами визначалось порогі збудливості *mm. gastrocnemii* (непрямим подразненням) як на симпатикотомованій, так і на нормальній кінцівці. Добиралось силу подразника (для кожної кінцівки окремо) яка спричиняє максимальні скорочення м'язів. Реєструвались і з'являлись криві скорочень до і під час дії поля.

Результати. Дані зіставлення порогів збудливості нервово-м'язових апаратів кінцівки, яка зберегла симпатичну іннервацію, і симпатикотомованої, виразно вказують на існування асиметрії, яка очевидно є результат однобічної симпатикотомії (табл. 1).

Пониження порогів збудливості на симпатикотомованій кінцівці, що спостерігалось в 25 з 30 випадків (при одному збігові) звичайно не можна вважати за випадкові відхилення.

При відшукуванні порогів збудливості удалось спостерігати цікаве явище. Тоді як поріг збудливості нервово-м'язового апарату на симпатикотомованій кінцівці встановлюється зразу і незначне розсування котушек уже спричиняє припинення скорочень, встановлення порогів на кінцівці, яка зберегла симпатичні зв'язки, трохи ускладнюється. Якщо після досягнення максимальних скорочень через деякий (іноді дуже незначний) час почати плавно розсувати котушки, то м'яз продовжує працювати на тому самому рівні при значно меншій інтенсивності подразнення. Іноді в наших експериментах котушки розсувалося до підпорогових віддалей без помітної зміни висоти скорочень. Подібне явище, яке спостерігав уже Кірзон¹¹ на симпатично-нервово-м'язовому препараті, очевидно пов'язується з *sympathicus*'ом.

Порівняння міограм, записаних до і під час дії поля, вказує на різко відмінний характер реакції симпатикотомованої кінцівки і кінцівки, яка зберегла симпатичну іннервацію.

На підставі наших спостережень ми дійшли висновку, що симпатичний ефект від ультрачастотного поля найкраще спостерігати на стомленому препараті, що збігається з даними і інших авторів.

У цих умовах завжди спостерігалась одна й та сама картина: на кінцівці, що зберегла симпатичні зв'язки, під впливом ультрачастотного поля виникає виразне підвищення сили скорочень м'яза, тоді як на симпатикотомованій кінцівці ніяких змін не виявляється. Реакція, як це видно з міограми 1, має тривалий латентний період і такий самий тривалий період післядії, що є характерним для симпатичних реакцій.

У деяких випадках (міограма 2) зміни мають непевний характер, але все ж вказують на функціональну асиметрію, яка виявляється при дії ультрачастотного поля.

Якщо поле не увімкнулось після досягнення максимуму симпатичного ефекту, то, не зважаючи на дальшу дію поля, висота окремих скорочень швидко зменшувалась, тобто симпатичний ефект, спричинений ультрачастотним полем, є відносно скороминущий (міограма 3).

Виразний симпатичний ефект, спричинений ультрачастотним полем, нам удалось спостерігати при значно змінених умовах експерименту. Вплив поля випробовувалось на фоні тетанічного скорочення м'язів. (Подібною методикою користувались у своїх експериментах з локальним подразненням *truncus sympathicus* Fulton¹² і Nakanishi¹³). Як видно з міограми 4, зміни кривої тетанусу настають тільки на м'язі, що зберіг симпатичну іннервацію, і зовсім їх нема на симпатикотомованому.

Зміни ці виявляються в піднесенні кривої, яке настає після увімкнення ультрачастотного поля, що цілком узгоджується з даними, здобутими при спостереженні симпатичного ефекту на фоні поодиноких скорочень м'яза. Характерна риса симпатичних явищ, тобто відносна тривалість прихованого періоду, а таксамо післядія — спостерігалась у всіх експериментах з тетанічним подразненням.

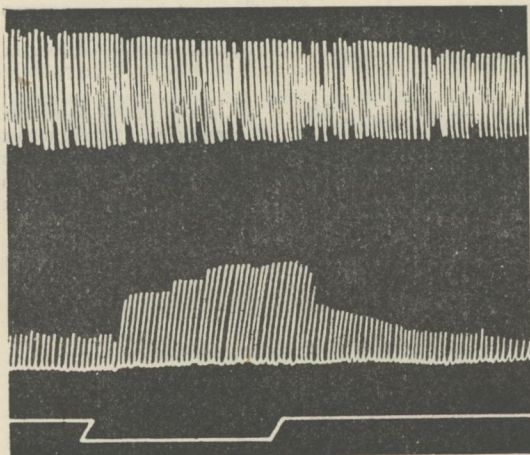
Табл. 1.

№№ протоколів	Пороги збудливості в см шкали подозкового апарату		Відхилення порогів збуд- ливості на симпатикото- мованій кінцівці		Примітка
	На симпати- котомованій кінцівці	На кінцівці з симпатич- ною іннер- вацією	+	-	
			(підвищення)	(пониження)	
13	120	70	—	50	Дані взято з експе- риментів, проведених на спинальних жабах (визначення порогів проводилось не в усіх експериментах).
14	110	115	5	—	
16	135	80	—	55	
17	150	140	—	10	
18	130	120	—	10	
19	125	110	—	15	
20	165	140	—	25	
26	140	140	0	0	
27	160	115	—	45	
28	105	125	20	—	
31	85	30	—	55	
32	90	70	—	20	
33	80	20	—	60	
34	110	40	—	70	
38	105	85	—	20	
44	160	140	—	20	
43	150	105	—	45	
51	70	60	—	10	
52	110	135	25	—	
53	90	105	15	—	
54	105	100	—	5	
55	100	90	—	10	
57	100	60	—	40	
58	100	70	—	30	
59	130	85	—	45	
61	130	90	—	40	
62	155	120	—	35	
63	135	130	—	5	
64	130	110	—	20	
65	135	120	—	15	

Згаданим не вичерпується весь комплекс явищ, які виникають при дії ультрачастотного поля. Проте, описувані нижче явища, як показали спеціально проведені експерименти (Моцний¹⁴), не мають безпосереднього зв'язку з симпатичною асиметрією і є результатом своєрідних умов експерименту.

Полягають вони ось у чому: в деяких експериментах, переважно на препараті з свіжим і нестомленим м'язом, увімкнення поля спричиняє різке припинення м'язових скорочень, вимикання поля призводить до такого ж раптового відновлення їх (міограма 5).

У деяких експериментах припинення м'язових скорочень траплялося майже моментально, відновлення іноді наставало таксамо моментально, а в деяких експериментах, навпаки, через більш чи менш значний проміжок часу. Прискорити відновлення в кожному випадку можна було зсуванням котушок, тобто посиленням подразнення.



Міограма 1 Верхня крива записана м'язом симпатикотомованої кінцівки, нижня — м'язом, що зберіг симпатичну іннервацію. Електровідзначником показано вплив ультрачастотного поля.

Частину експериментів (18 з 66) проведено на тваринах із зруйнованим спинним мозком. Даві, здобути в цій серії експериментів, нічим по суті не відрізняються від даних, здобутих на спінальних тваринах.

Аналіз результатів. Як показує аналіз здобутих результатів і спеціально проведене дослідження деяких деталей, слід відрізнити: поперше, вплив ультрачастотного поля на пограничний стовбур *sympathicus*'а, що виявляється в так званому симпатичному ефекті на м'язі, і, подруге, безпосередній дифузний вплив поля на весь об'єкт в цілому і на периферичний нервово-м'язовий апарат зокрема.

Це виявляється в різкому припиненні м'язових скорочень і залежить від технічних умов експерименту. Розташування пластинок в люмбальній частині мозку аж ніяк не свідчить про те, що вплив поля обмежується тільки цією ділянкою. Навіть таким грубим індикатором, як неонові лампи, удається виявити вплив поля на значній віддалі від пластинок. Значить, при відповідному розташуванні пластинок можна говорити тільки про відносну локалізацію поля, при чому всі частини об'єкта, в тому числі й периферичний нервово-м'язовий апарат, звичайно перебувають під впливом поля низхідного градієнта.

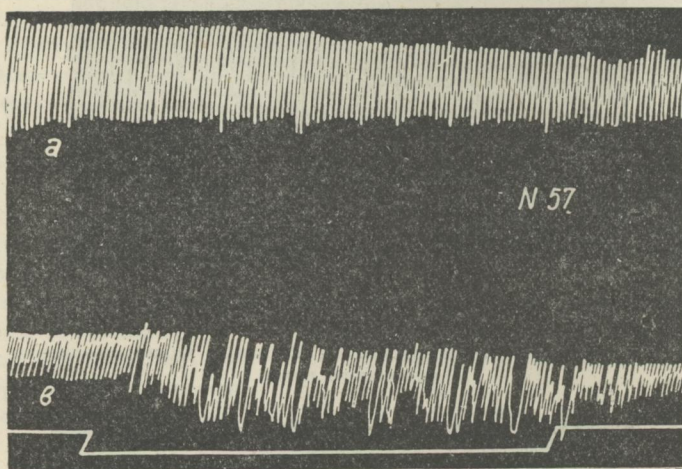
Дослідженням дифузної дії поля (Моцний¹⁴) показано, що в описаних умовах експерименту ефект спричиняється безпосереднім впливом його (поля) на нервово-м'язовий апарат і не є результатом індукції струмів високої частоти на електродах, бо ці струми високої частоти, впливаючи на нерв, спричиняють тривалі суцільні тетануси і для досягнення вищепорогових значень потребують ближчої віддалі від пластинок конденсатора.

Периферичний вплив поля є антагоністичним для ефекту, спричиненого збудженням пограничного стовбура *sympathicus*'а.

З деяких протоколів (міограма 6) ясно видно, що міограма по суті є результативною цих двох впливів. Після увімкнення поля настає депресія, що через деякий проміжок часу, який відповідає латентному періодові збудження *sympathicus*'а, змінюється значним проти норми підвищенням сили скорочень.

Міограма 7 (експер. 39) може бути ілюстрацією подібних зв'язків.

Як видно, симпатична іннервація перебуває в стані виразної гіподинамії, тоді як характер скорочень симпатикотомованої кінцівки не вказує на ознаки стомлення. Результат впливу поля різко протилежний: цілковите припинення скорочень на симпатикотомованому м'язі і виразний симпатичний ефект на м'язі, що зберіг симпатичну іннервацію.



Міограма 2. Нижня крива записана стомленим м'язом, що зберіг симпатичну іннервацію; верхня—м'язом симпатикотомованим. Електровідзначником показано вплив ультрачастотного поля.

Експерименти із зруйнуванням спинного мозку, що дали ті ж самі результати, змусили нас відмовитися від думки про участь в перебудуванні функціонального стану периферичного нервово-м'язового апарату спинномозкових центрів, які, як показав Ахеліс¹⁵, своєю чергою перебувають під впливом *sympathicus*'а, і шукати причину змін в безпосередньому впливі *sympathicus*'а, збуджуваного ультрачастотним полем, на периферичні утвори. Зміни реактивності нервово-м'язового апарату, який зберіг зв'язки з *sympathicus*'ом при дії ультрачастотного поля, добре узгоджуються з концепцією Орбелі та його школи про адаптаційно-трофічну функцію симпатичної системи.

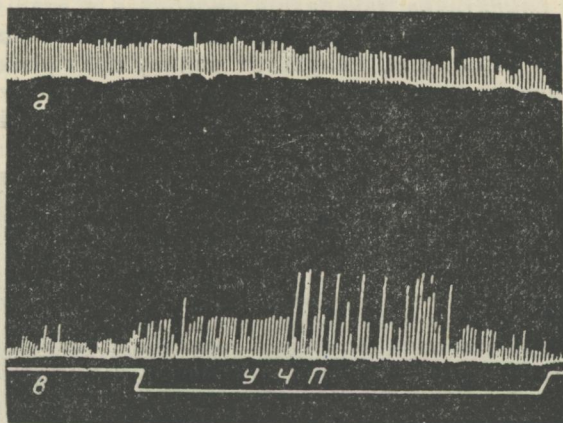
Під впливом *sympathicus*'а у м'язі виникає цілий комплекс істотних змін (Орбелі¹⁶): порушуються оксидативні процеси (Крестовніков¹⁷), змінюється кількість молочної кислоти (Крепс і Стрельцов¹⁸), змінюється електропровідність (Лебедінський¹⁹) і пружно-в'язкі властивості (Лебедінський і Міхельсон²⁰), тобто різко змінюється його функціональний стан, фізіологічним виявом якого є певний рівень лабільності.

Збудження *sympathicus*'а ультрачастотним полем на фоні розвиваючого при тетанусі *pessimus*'у, змінюючи лабільність вирішальної в даний момент ланки системи, тимчасово створює оптимальні для реакції умови.

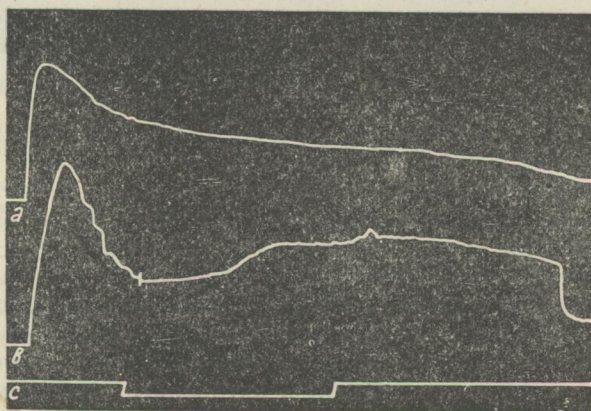
Скороминущий характер симпатичного ефекту свідчить про таке ж скороминуще збудження *sympathicus*'а. Ультрачастотне поле тільки пер-

шого моменту спричиняє його збудження; надалі це збудження змінюється депресією — зникненням симпатичного ефекту.

Отже, вплив ультрачастотного поля на симпатичну нервову систему двофазний. Тривалий латентний період симпатичного ефекту характеризує властивості реагуючого утвору, але аж ніяк не властивості



Міограма 3. Верхня крива записана симпатикотомованим м'язом, нижня — м'язом, що зберіг симпатичну іннервацію. Електровідзначником показано вплив ультрачастотного поля.



Міограма 4. а — крива тетанічного скорочення симпатикотомованого м'яза; б — крива тетанічного скорочення м'яза, що зберіг симпатичну іннервацію. Електровідзначником показано вплив ультрачастотного поля.

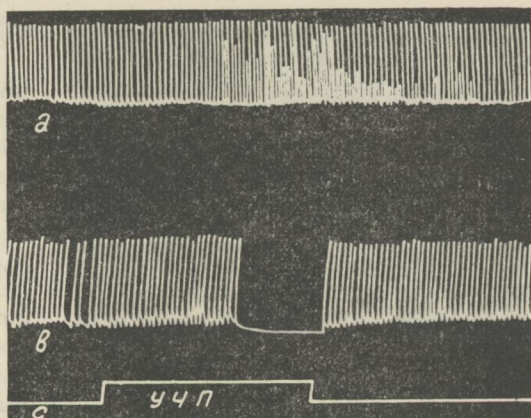
збуджуючого агента, тобто латентний період, повільне наростання реакції і післядія аж ніяк не можуть бути використані як аргумент на користь твердження про виключно термічний вплив поля. Як відомо з літератури (Кірзон¹¹), локальне нагрівання *truncus sympathicus* спричиняє симпатичний ефект на м'язі, який, проте, значно відрізняється своїм характером від описаного нами. Не заперечуючи теплового впливу поля, як неминучо супутного, а при деяких умовах і вирішального фактору, ми схильні розглядати симпатичний ефект на м'язі, як реакцію, спри-

чинену безпосереднім впливом електричних коливань високої частоти на певні ділянки симпатичної нервової системи.

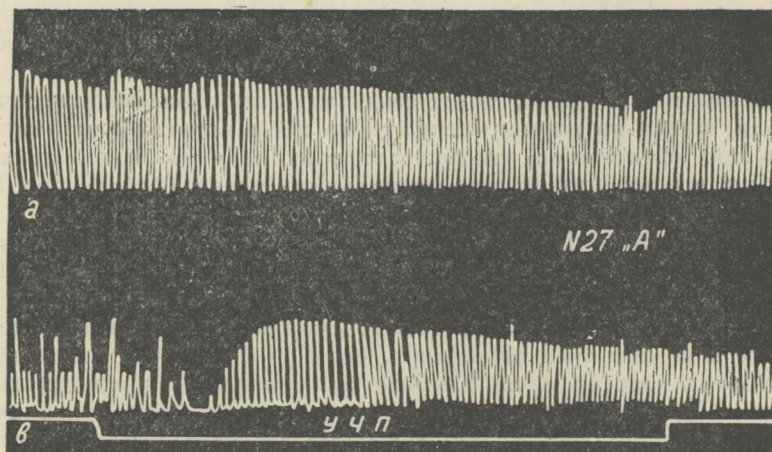
Безпосередньою вказівкою на специфічний характер ультрачастотного поля в його дії на біологічні об'єкти взагалі і на найреактивнішу частину тваринного організму — нервову систему зокрема, є спостережувані супутні явища, спричинені дифузним впливом поля на периферичний нервово-м'язовий апарат.

Відзначені нами випадки моментальної зміни функціонального стану апарату або моментального відновлення його функції не можна пояснити термічним впливом поля. Надзвичайно важко уявити собі моментальне відновлення функції, як результат моментального остигання об'єкта та його середовища.

Базуючись на поданих міркуваннях про швидкості функціональних змін, які настають при впливі ультрачастотного поля, ми схильні стверджувати наявність специфічного впливу поля.



Міограма 5. Верхня крива — запис скорочень симпатикотомованого м'яза, нижня — м'яза, що зберіг симпатичну іннервацію.



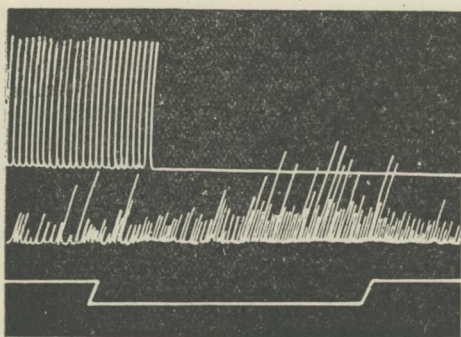
Міограма 6. а — запис скорочень симпатикотомованого м'яза; б — запис скорочень несимпатикотомованого м'яза.

Явища, що ми їх розглядаємо як наслідок дифузного впливу поля на нервово-м'язовий апарат, можна пояснити, виходячи з поглядів Лапіка²¹ та його школи про ізохронізм, як *conditio sine qua non*, для передання імпульсу з нерва на м'яз.

Ще 1934 року в нашій лабораторії проведено експерименти з впливом ультрачастотного поля на збудливість нервово-м'язового препарату. На підставі зіставлення порогів збудливості при безпосередньому й

посередньому подразненні м'яза, до і після впливу поля було встановлено, що збудливість нерва і м'яза змінюється не в однаковій мірі.

При коротких експозиціях (10 секунд) пороги збудливості для нерва помітно понижуються, тоді як для м'яза вони незмінні. При тривалих експозиціях (5 хвилин і більше) спостерігалось підвищення порогів на нерві і пониження на м'язі.



Міограма 7. Верхня крива — запис скорочень симпатикотомованого м'яза, нижня — м'яза, що зберіг симпатичну іннервацію.

Хоча на підставі таких змін порогів збудливості ще не можна говорити про аналогічні зміни хронаксії, все ж спостережувані факти можна покласти в основу припущення, що раптове припинення м'язових скорочень є наслідком неоднакової реактивності окремих ланок нервово-м'язового апарату на вплив ультрачастотного поля*.

Нерівномірна, а при певних умовах спрямована в протилежних напрямках зміна хронаксії нерва і м'яза, що призводить до

гетерохронізму, може бути безпосередньою причиною згаданого результату.

Висновки.

1. Однобічна симпатикотомія здебільшого призводить до підвищення збудливості нервово-м'язового апарату на оперованій кінцівці. Цей факт дає підставу говорити про наявність тонічного впливу *sympathicus*'а на периферичний нервово-м'язовий апарат, який виявляється в певному рівні його збудливості.

2. Симпатичний ефект, спостережуваний при впливі ультрачастотного поля тільки на нормальному, тобто несимпатикотомованому м'язі, свідчить про ефективність ультрачастотного поля як подразника *sympathicus*'а і ще раз potwierджує правильність теорії Орбелі про симпатичну іннервацію скелетної мускулатури.

3. Експерименти із зруйнуванням спинного мозку показали, що симпатичний ефект від ультрачастотного поля залежить від подразнення пограничного стовбура *sympathicus*'а.

4. Найкращим фоном для спостереження симпатичного ефекту є стомлений м'яз або стан *pessimum*'у, який розвивається при тетанусі.

5. Ультрачастотне поле впливає на симпатичну нервову систему двофазно. При застосовуванні нами параметрах поля зараз за скороминущою фазою збудження *sympathicus*'а настає фаза його пригнічення.

6. Характер симпатичного ефекту, а також спостереження над швидкостями функціональних змін нервово-м'язового апарату приводять нас до висновку про доконечну потребу визнання специфічного впливу ультрачастотного поля на біологічні об'єкти взагалі і на симпатичну нервову систему — зокрема.

7. Раптове припинення і відновлення м'язових скорочень, що спостерігалися в деяких експериментах, є наслідок дифузного впливу поля

* Це питання опрацьовується в нашій лабораторії з допомогою хронасиметричної методики.

на периферичний нервово-м'язовий апарат. Згадане явище можна пояснити неоднаковою реактивністю на вплив ультрачастотного поля окремих ланок нервово-м'язового апарату і гетерохронізмом, що настає через цю неоднакову реактивність.

Література.

1. Орбели—Изв. Петрогр. научно-исслед. инст. им. Лесгафта, т. VI, 1923.
2. Гинецинский—Русский физиологический журн. т. VI, 1—3, 1923.
3. Беритов—Доклад на IV всесоюзном физиологическом съезде.
4. Гедевани—Доклад на V всесоюзном физиологическом съезде.
5. Schneider—Pflüg. arch. B. 227, 1931, B. 222, 1929.
6. Некрасов и Ковалева—Докл. на V всесоюзном съезде физиологов.
7. Langley a. Orbeli—Journ. of physiology. 41, 1910, 450.
8. Гинецинский—Русский физиологический журн., т. X., 1927.
9. Худорожева—Труды III съезда физиологов.
10. Labhardt—Zeitschr. f. Biol. B. 89, 217, 1927.
11. Кирзон—Труды физиол. научно-иссл. ин-та Ленингр. гос. университета. 14, 1934.
12. Fulton—Muskular contraction. London. 1926.
13. Nakanishi—Journ. Biophysics. 2, 19 a. 81. 1927.
14. Моцный—О специфическом действии УЧП. Сб. молодых ученых Днепр. гос. университета, т. IV, 1936.
15. Achelis—Pflüg. archiv. B. 219. 1928.
16. Орбели—Лекции по физиологии нервной системы, 1935.
17. Крестовников—Изв. н/инст. им. Лесгафта. т. III, в. 1, 1927.
18. Крепс и Стрельцов—Журн. эксп. биол. и медик. 27, 1928.
19. Лебединский—Русский физиологический журнал, т. IX, 2, 1926.
20. Лебединский и Михельсон—Докл. на V съезде физиологов.
21. Лапик—Физиол. журн. СССР. т. XIX, вып. 1, 1935. Доклад на XV международном физиологическом конгрессе.

О влиянии ультрачастотного поля на симпатическую нервную систему.

П. Е. Моцный.

Физиологическая лаборатория Днепропетровского университета и лаборатория ультрачастотного поля (зав. — проф. В. М. Архангельский) Украинского института экспериментальной медицины (директор — проф. Я. И. Лифшиц).

Задачей настоящего исследования мы поставили изучение изменений функционального состояния sympathicus'a, наступающих под влиянием ультрачастотного поля. Объектом исследования нами избрана симпатическая иннервация поперечнополосатой мускулатуры. Индикатором служил так называемый симпатический эффект на мышце.

Опыты производились на лягушках.

Спинальные лягушки после односторонней симпатикотомии правой задней конечности подвергались воздействию ультрачастотного поля. Регистрировались и сопоставлялись кривые сокращений m.m. gastrocnemii до и во время действия поля.

Для получения ультрачастотного поля мы пользовались 35-ваттным генератором системы Хольборна. Все опыты производились в первичном контуре при длине волны в 5,2 м. Экспозиция изменялась в зависимости от результатов и цели опыта.

Сопоставление порогов возбудимости на симпатикотомированной и несимпатикотомированной (нормальной) конечности указывает на существование определенной асимметрии. Понижение порогов возбудимости на симпатикотомированной конечности, наблюдавшееся в 25 из 30 случаев, не может считаться случайным отклонением.

Сравнение монограмм, записанных до и во время действия поля, указывает на резко различный характер реакции обеих конечностей. В то время, как симпатикотомированная конечность под влиянием ультрачастотного поля не показывает заметных изменений, на мышце, сохранившей симпатическую иннервацию, наблюдается явно выраженное повышение силы сокращений. Реакция имеет длительный латентный период и столь же длительный период последствия, что является характерным для возбуждения *sympathicus'a*.

При длительных экспозициях, несмотря на продолжающееся действие поля, высота подъема отдельных сокращений, достигнув определенного максимума, идет на убыль, т. е. симпатический эффект от ультрачастотного поля является скоропреходящим (рис. 3 в укр. тексте).

Явно выраженный симпатический эффект под влиянием ультрачастотного поля нам удалось наблюдать и на фоне тетанических сокращений мышцы (рис. 4).

Кроме описанных явлений, в процессе работы наблюдались и такие, которые не имеют отношения к симпатической асимметрии, а обусловлены техническими условиями эксперимента. В некоторых опытах, преимущественно на свежем, неустоленном препарате, включение ультрачастотного поля моментально вызывало прекращение мышечных сокращений, выключение же поля приводило к столь же быстрому их восстановлению.

В некоторых случаях прекращение и восстановление сокращений происходило почти мгновенно после включения или выключения поля. Усилением раздражителя можно было ускорить восстановление сокращений.

Часть опытов была произведена на животных с разрушенным спинным мозгом. Данные, полученные в этой серии, ничем существенным не отличаются от таковых на спинальных животных.

Как показывает анализ полученных результатов и специально произведенное изучение некоторых деталей, следует различать, во-первых, воздействие ультрачастотного поля на пограничный ствол *sympathicus'a*, находящее свое выражение в так называемом симпатическом эффекте на мышце, и, во-вторых, непосредственное действие поля на весь объект в целом и на периферический нервно-мышечный прибор в частности.

Исследование диффузного действия поля показало, что в описанных условиях опыта эффект вызывается непосредственным его влиянием на нервно-мышечный аппарат и не является результатом индукции токов высокой частоты на раздражающих электродах, так как токи при своем воздействии на нервы вызывают длительные тетанусы и для достижения вышепороговых значений требуют более близкого расстояния от пластин конденсатора.

Изложенные результаты наших опытов позволяют сделать следующие выводы:

1. Односторонняя симпатикотомия в большинстве случаев ведет к повышению возбудимости нервно-мышечного аппарата на оперирован-

ной стороне, что может служить основанием для утверждения о наличии тонического действия *sympathicus*'а на периферический нервно-мышечный аппарат.

2. Симпатический эффект, вызываемый ультразвуковым полем только на мышце конечности, сохранившей симпатическую иннервацию, свидетельствует об эффективности ультразвукового поля как раздражителя *sympathicus*'а и еще раз подтверждает правильность теории Орбели и его школы о симпатической иннервации скелетной мускулатуры.

3. Из опытов с разрушением спинного мозга следует, что симпатический эффект обуславливается раздражением пограничного ствола *sympathicus*'а.

4. Ультразвуковое поле оказывает на симпатическую нервную систему двуфазное действие; вслед за скоропреходящей фазой возбуждения следует фаза угнетения.

Характер симпатического эффекта и наблюдения над скоростями изменений функционального состояния нервно-мышечного аппарата приводят к необходимости признания специфического действия ультразвукового поля на биологические объекты вообще и на симпатическую нервную систему в частности.

De l'influence du champ d'ultra-fréquence sur le système nerveux sympathique.

P. E. Motzny.

Laboratoire de physiologie de l'Université de Dniepropétrovsk et Laboratoire du champ d'ultra-fréquence (chef — prof. V. M. Arkhangelsky) de l'Institut de médecine expérimentale d'Ukraine (directeur — prof. J. I. Lifschitz).

Dans ce travail nous nous sommes proposé d'étudier les variations de l'état fonctionnel du sympathique, provoquées par le champ d'ultra-fréquence. Comme objet d'étude nous avons choisi l'innervation sympathique des muscles striés. D'indicateur servait „l'effet sympathique“ sur le muscle.

Les expériences étaient faites sur les grenouilles. Après la sympathicotomie unilatérale de l'extrémité postérieure droite, les grenouilles spinales étaient soumises à l'action du champ d'ultra-fréquence. Les courbes de contractions, des m. m. *gastrocnemii* étaient enregistrées et comparées avant et après l'action du champ. Pour la création du champ d'ultra-fréquence nous nous servions d'une génératrice de 35 Watts, système Holborn.

Toutes les expériences étaient faites dans le circuit primaire avec la longueur d'onde de 5,2 μ . L'exposition était modifiée suivant les résultats et le but de l'expérience.

La comparaison du seuil d'excitabilité sur l'extrémité sympathicotomisée et l'extrémité normale montre une asymétrie très nette. L'abaissement du seuil d'excitabilité, observé dans 25 cas sur 30, ne peut être considéré comme fortuit. La comparaison des myogrammes, enregistrés avant et après l'action du champ, montre le caractère nettement différent de la réaction des deux extrémités.

Alors que l'extrémité sympathicotomisée ne montre pas de modifications sensibles sous l'influence du champ, le muscle avec l'innervation sympathique conservée montre une force de contractions beaucoup plus grande.

La réaction a une longue période latente et une période de suite également prolongée, ce qui est caractéristique pour l'excitation du sympathique.

Dans les expositions prolongées, malgré l'action continue du champ, la hauteur des contractions isolées, après avoir atteint un certain maximum, diminue, ce qui veut dire que l'effet sympathique du champ d'ultra-fréquence est peu durable (fig. 4 dans le texte ukrainien).

Nous avons également réussi à observer un effet sympathique très marqué sous l'influence du champ d'ultra-fréquence sur un fond de contractions tétaniques du muscle (fig. 5).

Outre les phénomènes décrits, nous avons eu l'occasion d'en observer pendant l'expérience qui n'ont aucun rapport à l'assymétrie sympathique, mais qui sont dues aux conditions techniques de l'expérience. Dans certains cas, avec une préparation neuve, non fatiguée, la mise en circuit du champ d'ultra-fréquence provoquait immédiatement une cessation des contractions musculaires; la mise du champ hors circuit les rétablissait tout aussi rapidement.

Dans certains cas la cessation et le réapparition des contractions se font presque momentanément après la mise du champ en circuit ou hors du circuit.

En renforçant le stimulant on pouvait rendre plus rapide le rétablissement des contractions.

Une partie d'expériences étaient faites sur des animaux avec la moelle épinière coupée. Les résultats des expériences de ce genre ne diffèrent presque en rien de celles, faites sur les grenouilles spinales.

Comme le montre l'analyse des résultats obtenus et l'étude spéciale de certains détails, il faut distinguer d'abord l'effet du champ d'ultra-fréquence sur le tronc limitrophe du sympathique, se traduisant par „l'effet sympathique“ sur le muscle et ensuite l'effet direct du champ sur l'objet entier et sur l'appareil neuromusculaire périphérique en particulier.

L'étude de l'action diffuse du champ montre, que dans les conditions d'expérience décrites l'effet est provoqué par l'influence directe du champ sur l'appareil neuro-musculaire et n'est pas un résultat d'induction de courants de haute fréquence sur les électrodes d'excitation, car les courants agissant sur le nerf provoquent des tétanies prolongées et exigent pour des valeurs supérieures au seuil une distance moindre des lamelles du condensateur.

Ces résultats permettent de conclure que:

1. La sympathicotomie unilatérale provoque dans la plupart des cas une plus grande excitabilité de l'appareil neuro-musculaire sur le côté opéré, ce qui permet d'affirmer l'action tonique du sympathique sur l'appareil neuro-musculaire périphérique.

2. L'effet sympathique, provoqué par le champ d'ultra-fréquence seulement sur le muscle de l'extrémité, qui a conservé l'innervation sympathique, témoigne de l'efficacité du champ d'ultra-fréquence comme stimulant du sympathique, et confirme une fois de plus la justesse de la théorie d'Orbeli et de son école sur l'innervation sympathique des muscles du squelette.

3. Des expériences avec la destruction de la moelle épinière il suit que l'effet sympathique est produit par la stimulation du tronc limitrophe du sympathique.

4. Le champ d'ultra-fréquence exerce sur le système nerveux sympathique une action diffuse; la phase peu durable d'excitation est suivie d'une phase d'inhibition.

Le caractère de l'effet sympathique et les observations faites sur la rapidité des changements de l'état fonctionnel de l'appareil neuro-musculaire font reconnaître l'action spécifique du champ d'ultra-fréquence sur les tests biologiques en général et sur le système nerveux sympathique en particulier.

1748784

Народний Комісаріат Охорони Здоров'я УСРР
Український Інститут Експериментальної Медицини

Експериментальна Медицина

Щомісячний журнал

№ 9

Вересень
Septembre

1936

La médecine
expérimentale

Держмедвидав

68