

Патологічні рухові феномени в променево-зап'ястковому суглобі після транспозиції круглого пронатора при дисфункції м'язів задньої поверхні передпліччя, зумовленої денерваційним процесом травматичного генезу

Гацький О.О.¹, Третьак І.Б.¹, Цимбалюк В.І.¹, Базік О.М.¹, Цимбалюк Я.В.¹ ✉

Резюме. Актуальність. Дисфункція м'язів задньої поверхні передпліччя призводить до втрати розгинання в променево-зап'ястковому суглобі, п'ясно-фалангових суглобах і втрати відведення та розгинання першого пальця. Причиною дисфункції є ушкодження променевого нерва, надключичне або підключичне ушкодження плечового сплетення. Довгий регенераційний процес унеможлиблює ефективне використання ушкодженої кінцівки протягом тривалого періоду. Паліативне використання переміщень (транспозиції) м'язів дозволяє суттєво скоротити термін повернення пацієнта до активного використання ушкодженої кінцівки. Кожна з транспозицій м'язів має певні недоліки, пов'язані з розвитком патологічних рухових феноменів (ПРФ) у променево-зап'ястковому суглобі. Шляхи їх подолання ґрунтуються на суто механістичному підході, який найчастіше спрокується до зміни точки кріплення первинних м'язів-ефекторів, які не функціонують. **Мета дослідження.** Визначення найбільш адекватного комплексного хірургічного підходу для забезпечення ефективної функції розгинання у променево-зап'ястковому суглобі та п'ясно-фалангових суглобах. **Матеріали і методи.** Проведено ретроспективний аналіз хірургічного лікування 30 послідовних випадків дисфункції м'язів задньої поверхні передпліччя, зумовлених травматичним ушкодженням структур периферійної нервової системи (ПНС) різної локалізації. 23 пацієнти – з ушкодженням променевого нерва, 7 пацієнтів – із патологією плечового сплетення. Середній вік пацієнтів становив 41 рік (від 18 до 64 років). Середні терміни проведення первинного хірургічного відновлення становили 4,6 міс. 7 пацієнтам проведено лише ревізію променевого нерва в межах сегмента (дефект >10 см); 6 пацієнтам виконано невротизацію заднього міжкісткового нерва за методикою Maskinpon; 5 пацієнтам виконано аутологічну пластику променевого нерва (дефект <10 см); 5 пацієнтам виконано його невроліз. 6 пацієнтам із патологією плечового сплетення виконано невроліз, в 1 випадку виконано невротизацію заднього міжкісткового нерва за методикою Maskinpon. Усім пацієнтам було виконано транспозицію круглого пронатора передпліччя (РТ) за стандартною методикою. 12 пацієнтам було виконано транспозицію м'язів променевого згинача (FCR, 4 випадки) або ліктьового згинача кисті (FCU, 8 випадків) за стандартною методикою. Оцінка результатів транспозиції проводилася через 1 міс. або пізніше 6 міс. за допомогою клінічного неврологічного методу, оцінка відновлення структур ПНС – у терміни 9-12 міс. та додатково у терміни >15 міс. за допомогою клінічного неврологічного та електрофізіологічного методів обстеження. **Результати.** У 6 пацієнтів не настало відновлення розгинання в п'ясно-фалангових суглобах (РПФС), у 12 пацієнтів настало повне відновлення РПФС після втручань на структурах ПНС (4 випадки – аутологічна пластика, 7 випадків – дистальна невротизація, 1 випадок – невроліз променевого нерва). У 8 пацієнтів не спостерігалось формування ПРФ при розгинанні у променево-зап'ястковому суглобі після транспозиції м'язів. У 15 пацієнтів сформувався ПРФ "вид В", у 7 пацієнтів – ПРФ "вид С" терміном 1 міс. після транспозиції м'язів. У жодного пацієнта не спостерігали збереження ПРФ "вид С" у терміни >6 міс. У 8 пацієнтів сформувався постійний ПРФ "вид В", який у 4 випадках трансформувалася у ПРФ "вид D". Формування сталого ПРФ "вид D" зафіксовано в усіх випадках невролізу структур ПНС без проведення відновлення роз-

гинання в п'ясно-фалангових суглобах шляхом транспозиції. Формування сталого ПРФ "вид В" зафіксовано у всіх випадках транспозиції FCU для відновлення РПФС. В 11 випадках редукції первинної функції FCR внаслідок його денервації (невротизація за методикою Maskinon) або транспозиції м'язів FCR (зміна первинної точки кріплення) ПРФ "вид В" не розвинувся. **Висновки.** На основі результатів проведеного дослідження встановлено, що найбільш адекватним комплексним хірургічним підходом, що дозволяє уникнути формування сталого ПРФ, зумовленого транспозицією м'язів для відновлення розгинання в променево-зап'ястковому суглобі, є його поєднання з невротизацією за методикою Maskinon або транспозиції FCR для відновлення РПФС.

Ключові слова: променевий нерв; транспозиція м'язів; круглий пронатор передпліччя; невротизація; аутологічна пластика; невроліз.

Вступ

Дисфункція м'язів задньої поверхні передпліччя призводить до втрати розгинання в променево-зап'ястковому суглобі (ПЗС), п'ясно-фалангових суглобах (ПФС) та втрати відведення та розгинання першого пальця [1]. Наслідком цього у свою чергу є суттєві порушення функції верхньої кінцівки [1]. Причиною дисфункції найчастіше є ушкодження променевого нерва (ПрН) [3] та, значно рідше, надключичні (НТУ-ПС) чи підключичні (ПТУ-ПС) ушкодження плечового сплетення [2].

Ушкодження ПрН переважно є ускладненням травми кісткового апарату верхньої кінцівки [3]. Закриті ушкодження ПрН мають усі характеристики, притаманні тракційним ушкодженням периферійного нерва, та в більшості випадків не супроводжуються порушенням його анатомічної цілісності [4]. Тракційний механізм травми обумовлений, у першу чергу, особливостями топографії ПрН на його шляху від аксиллярної ямки до м'язів-ефекторів, зокрема та в першу чергу, м'язів задньої поверхні передпліччя [1]. Реконструкція ушкоджень кісткового апарату методом накісткового чи внутрішньокісткового синтезів нерідко супроводжується приєднанням відкритого (ятрогенного) ушкодження ПрН [3]. Рівень такого ушкодження прямо впливає на методику відновлення анатомічної цілісності ПрН [3]. Так, у міру наближення локалізації відкритого ушкодження до аксиллярної ямки, виконання шва (Ш) ПрН "кінець-в-кінець" стає неможливим, а відновлення анатомічної цілісності вимагає проведення аутологічної пластики (АП) [3], результати якої залежать від розмірів дефекту між куксами нерва [3].

Поєднання двох типів ушкодження: а) тракційного (без порушення анатомічної цілісності); б) відкритого (із порушенням анатомічної цілісності),

незважаючи на загалом потужний регенераційний потенціал ПрН, може призводити до затримки чи взагалі відсутності відновлення функції м'язів-ефекторів [3]. Використання сучасних досягнень реконструктивно-відновної хірургії структур периферійної нервової системи (ПНС), а саме дистальної невротизації [3], дозволяє скоротити час очікування ефективного відновлення функції, зокрема, м'язів задньої поверхні передпліччя [3]. Незважаючи на це, тривалий регенераційний процес [3] після реконструкції будь-якого периферійного нерва будь-яким методом [1] унеможливує ефективне використання ушкодженої кінцівки протягом довгого періоду очікування відновлення, а тривала дисфункція призводить до тривалої та стійкої інвалідизації пацієнта [1].

Сьогодні паліативне використання переміщень (транспозиції) м'язів (ТМ) є інтегральною складовою лікувального плану при дисфункції м'язів задньої поверхні передпліччя [1], дозволяє суттєво скоротити терміни повернення пацієнта до активного користування ушкодженою кінцівкою в повсякденному житті. ТМ може проводитись як одночасно із реконструкцією ушкоджених структур ПНС, так і з короткою (від декількох тижнів) чи довгою відстрочкою (місяці) [1]. Використання ТМ у віддаленому періоді (понад 1 рік) найчастіше зумовлено неефективністю проведеного реконструктивного втручання на структурах ПНС [1].

Традиційно для відновлення розгинання в ПЗС (РПЗС) використовується переміщення м'яза круглого пронатора передпліччя (РТ) за однією із методик [1]. Відновлення розгинання в п'ясно-фалангових суглобах (РПФС) вимагає проведення додаткового переміщення м'язових структур, які функціонують [5]. До сьогодні не досягнуто консенсусу з приводу найкращої комбінації ТМ для одночасного чи етапного відновлення як РПЗС, так і РПФС [5]. Типовими є 4 види комбінацій: за Merle d'Aubigne [6], Tubiana [7], Starb чи Tsuge [8, 9], Boyes чи Chuinard [10, 11]. Будь-яка з наведених чотирьох комбінацій передбачає використання РТ для від-

✉ Цимбалюк Я.В., yaroslav.neuro@gmail.com

'ДУ "Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України", відділення відновлювальної нейрохірургії з рентгеноопераційною, м. Київ

новлення РПЗС та променевого (FCR) чи ліктьового (FCU) згиначів кисті для відновлення насамперед РПФС. Кожна із наведених комбінацій має певні недоліки, пов'язані із розвитком патологічних рухових феноменів (ПРФ) у ПЗС щодо осі кінцівки. ПРФ індуковані власне додатковою ТМ, направленою на відновлення РПФС [1]. ПРФ – це девіації в ПЗС або компенсаторні рухи для їх виправлення. Індуковані додатковою ТМ ПРФ мають досить чітке біомеханічне пояснення [1]: надлишкова радіарна чи ульнарна девіація в ПЗС, зумовлена втратою стабілізуючої функції FCU (більшою мірою) та FCR (меншою мірою), відповідно. Причинам виникнення ПРФ, зумовлених переміщенням РТ для відновлення РПЗС, приділено значно менше уваги, а шляхи їх подолання ґрунтуються на суто механістичному підході, що найчастіше спрощується до зміни точки кріплення первинних м'язів-ефекторів (довгого та короткого розгиначів кисті), які не функціонують [7, 12].

Враховуючи гетерогенність характеристик та локалізації травм ПНС, що призводять до дисфункції м'язів задньої поверхні передпліччя, гетерогенність первинних методів хірургічного відновлення (втручання власне на структурах ПНС), гетерогенність вторинних методів відновлення функції (втручання на сухожильно-м'язовому апараті), прогнозування виникнення ПРФ та їх динаміка залишаються без однозначних відповідей.

Мета дослідження – аналіз причин виникнення ПРФ, їх впливу на функцію РПЗС, зв'язків із первинними (втручання на структурах ПНС) та вторинними (транспозиція м'язових структур) методами відновлення функції м'язів задньої поверхні передпліччя, визначення найбільш адекватного комплексного хірургічного підходу для забезпечення ефективної функції РПЗС та РПФС.

Матеріали і методи

Дизайн дослідження: проведено ретроспективний аналіз хірургічного лікування 30 послідовних випадків дисфункції м'язів задньої поверхні передпліччя, зумовлених травматичним ушкодженням структур ПНС різної локалізації в відділенні відновлювальної нейрохірургії з рентгеноопераційною ДУ “Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України” протягом 2016-2019 рр.

Епідеміологічна характеристика пацієнтів, включених до дослідження (табл. 1): середній вік пацієнтів становив 41 рік (від 18 до 64 років). До дослідження включено 21 пацієнта чоловічої статі (70%) та 9 пацієнтів жіночої статі (30%).

У 23 пацієнтів (77%) дисфункція м'язів задньої поверхні передпліччя була зумовлена ушкоджен-

ням ПрН, асоційованого із переломом/остеосинтезом діафізу плечової кістки (у т. ч. 2 випадки – вогнепальні ушкодження верхньої кінцівки); у 7 пацієнтів (23%) – патологією плечового сплетення травматичного (3 пацієнти із НТУ-ПС та 2 пацієнти із ПТУ-ПС) та компресійного генезу (2 випадки за давненого ТОС). Середні терміни проведення первинного хірургічного відновлення (втручання на структурах ПНС) становили 4,6 міс. (від 2 до 11 міс.).

Характеристика первинних хірургічних методів відновлення (табл. 1): серед методів первинного хірургічного відновлення (втручання на структурах ПНС) пацієнтам із ушкодженням ПрН:

- у 13 випадках виконано ревізію місця ушкодження в межах сегмента плеча (53%) без подальшої реконструкції власне анатомічної цілості ПрН, що було обумовлено наявністю дефекту більш критичних розмірів (>10 см);

- у 6 випадках (46%) (із загалом 13 випадків лише ревізії ПрН) виконано невротизацію заднього міжкісткового нерва гілкою серединного нерва до м'яза променевого згинача кисті за методикою [3];

- у 5 випадках (23,5%) виконано аутологічну пластику ПрН (дефект <10 см);

- у 5 випадках (23,5%) виконано невроліз ПрН у межах сегмента плеча, що було обумовлено збереженням анатомічної цілості ПрН (у тому числі фасцикулярної внутрішньостовбурової структури).

У жодному випадку шва “кінець-в-кінець” ПрН виконано не було, що було зумовлено рівнем ушкодження та розмірами дефекту ПрН після визначення макро- та мікроскопічно життєздатних фасцикул (без використання морфологічних методів верифікації життєздатності кукс) при повному порушенні його анатомічної цілості.

Усім 7 пацієнтам із патологією плечового сплетення різного генезу виконано невроліз (100%) відповідних структур у межах ушкодженої анатомічної ділянки, у 1 випадку (14%) (із загалом 7 випадків лише невролізу при НТУ-ПС та ПТУ-ПС) виконано невротизацію заднього міжкісткового нерва гілкою серединного нерва до м'яза променевого згинача кисті за методикою [3].

Характеристика вторинних хірургічних методів відновлення (табл. 1): усім 30 пацієнтам (100%) після проведення відповідного первинного хірургічного відновлення (втручання на структурах ПНС) того ж дня було виконано вторинне хірургічне відновлення функції РПЗС шляхом ТМ круглого пронатора передпліччя (РТ) за стандартною методикою [1].

7 пацієнтам (54%) (із загалом 13 випадків лише ревізії ПрН) того ж дня було виконано додаткове вторинне хірургічне відновлення функції РПФС

Таблиця 1

Характеристика пацієнтів, включених до дослідження

№ п/п	Стать	Вік (р.)	ТВР (міс.)	Рівень ушкодження структур ПНС						ПРФ після транспозиції РГ (первинний, вид, динаміка) залежно від термінів оцінювання		Відновлення РПФС (результат, використані методи)		
				Променевий нерв				НТУ-ПС ¹	ПТУ-ПС ²	1 міс.	> 6 міс.	ТМ (FCR)	ТМ (FCU)	NT
				Метод реконструкції										
				АП	Ш	Н	н/в	Н	Н					
1	ч	36	5				+			A	A			+
2	ж	61	3				+			A	A			+
3	ч	24	3					+		C	A			+
4	ч	32	4			+				B	A	Без відновлення		
5	ж	64	6				+			C	A	+		
6	ч	49	7					TOS		C	A	+		
7	ч	23	4	+						B	A	Повне відновлення		
8	ч	26	8	+						B	A	Без відновлення		
9	ч	31	10				+			A	A		+	
10	ч	46	11				+			C	A	+		
11	ч	26	4					+		B	B		+	
12	ч	23	5				+			A	A			+
13	ж	46	2				+			C	A	+		
14	ч	54	7						+	B	B	Без відновлення		
15	ж	62	3				+			B	B		+	
16	ч	60	4			+				B	B	Без відновлення		
17	ч	44	3	+						B	A	Повне відновлення		
18	ч	24	3						+	B	A		+	
19	ч	18	5				+			A	A		+	
20	ч	39	4	+						B	A	Повне відновлення		
21	ж	57	2			+				B	B	Без відновлення		
22	ч	40	4				+			A	A			+
23	ч	24	2			+				A	A	Повне відновлення		
24	ч	40	9					TOS		B	A		+	
25	ж	62	2				+			B	B		+	
26	ж	29	2			+				B	B	Без відновлення		
27	ч	45	3				+			C	A			+
28	ж	32	4	+						A	A	Повне відновлення		
29	ж	63	3				+			C	A			+
30	ч	55	6					+		B	B		+	

ТВР – термін виконання реконструктивного втручання; ПРФ – патологічний руховий феномен; РПФС – розгинання в п'ясно-фалангових суглобах 2-5 пальців; ТМ – транспозиція м'яза; NT – невротизація заднього міжкісткового нерва; АП – аутологічна пластика нерва; Ш – шов нерва; Н – невроліз нерва; н/в – реконструкція нерва не виконувалась; НТУ-ПС – надключичне травматичне ушкодження плечового сплетення (рівень 1-3 за Chuang¹); ПТУ-ПС – підключичне травматичне ушкодження плечового сплетення (рівень 4 за Chuang²); TOS – синдром грудного виходу; FCR – променевий згинач кисті; FCU – ліктьовий згинач кисті

методом ТМ променевого згинача (FCR, 3 випадки) циркулярним та ліктьового згинача кисті (FCU, 4 випадки) циркулярним шляхами за стандартною методикою [7, 9]. 4 пацієнтам (57%) (із загалом 7 випадків лише невролізу при НТУ-ПС та ПТУ-ПС) виконано додаткове вторинне хірургічне відновлення функції РПФС методом ТМ променевого згинача (FCR, 1 випадок) циркулярним та ліктьового згинача кисті (FCU, 3 випадки) циркулярним шляхами за стандартною методикою [7, 9].

Особливості раннього післяопераційного періоду: медикаментозна терапія та ведення хірургічних ран усіх пацієнтів в післяопераційному періоді проводились відповідно до затверджених національних та галузевих стандартів [13]. Пацієнтам, включеним до дослідження, після проведення ТМ проводилась іммобілізація ПЗС (усім) та ПФС (тим, кому виконано додаткове вторинне хірургічне відновлення РПФС) гіпсовою пов'язкою протягом 3 тижнів за стандартною методикою. Усім пацієнтам після припинення іммобілізації проведено від 3 до 7 сеансів 30-хвилинної реабілітації/перенавчання під наглядом хірурга, що виконував ТМ. Подальша реабілітація пацієнта проводилась на базі регіональних фізіотерапевтичних відділень з обов'язковим оглядом в терміни >6 міс. та/або при зверненні пацієнта в інші терміни.

Оцінювання результатів первинного хірургічного відновлення: оцінювання результатів первинного хірургічного відновлення (втручання на структурах ПНС) РПФС проводилось за допомогою клінічного неврологічного обстеження в терміни передбачуваної регенерації (9-12 міс. залежно від методу) та додатково за допомогою електрофізіологічного методу (голкова, стимуляційна електронейроміографія за стандартною методикою відповідно до затверджених національних та галузевих стандартів) в терміни >15 міс. за умов відсутності клінічних ознак відновлення функції м'язів задньої поверхні передпліччя.

Оцінювання результатів додаткового вторинного хірургічного відновлення: оцінювання результатів ТМ для відновлення РПФС (у тих, кому вторинне хірургічне відновлення РПФС проводилось у ранні (1 міс.) та пізні терміни (>6 міс.)).

Особливості оцінювання результатів ТМ для відновлення РПЗС: оцінювання ефективності функції РПЗС у ранні та пізні терміни після проведення вторинного хірургічного відновлення проводили за допомогою визначення кутового відхилення кисті (ефективною вважалась здатність забезпечити РПЗС >20° відносно нейтрального положення), витривалості (здатність утримати РПЗС протягом щонайменше 60 с) із навантаженням (порожній келих), наявності чи відсутності ПРФ, що

супроводжують РПЗС, їх редукції із плином часу, наявності чи відсутності компенсаторного рухового механізму ПРФ.

Загалом при первинному оцінюванні ефективності РПЗС було виділено 3 основні види патологічних рухових феноменів (ПРФ), що супроводжували функцію переміщеного РТ: "вид А" – РПЗС без ПРФ; "вид В" – ПРФ, що супроводжується обмеженням кута РПЗС та вираженою радіарною девіацією кисті; "вид С" – ПРФ без обмеження РПЗС, що супроводжується згинанням у міжфалангових суглобах (ЗМФС) (рис. 1).

Результати

Результати первинного хірургічного відновлення РПФС

Серед 5 пацієнтів, яким як метод первинного хірургічного відновлення було використано аутологічну пластику ПрН, у 4 відзначали повне ефективне відновлення РПФС в терміни від 12-15 міс. У одного пацієнта не спостерігали клінічних неврологічних та електрофізіологічних ознак відновлення в терміни 17 міс. Загальна ефективність методу досягла 80%. Серед 5 пацієнтів, яким як метод первинного хірургічного відновлення було використано невроліз ПрН, лише у 1 відзначали повне ефективне відновлення РПФС у терміни 13 міс. У 4 пацієнтів не спостерігали клінічних неврологічних та електрофізіологічних ознак відновлення в терміни 17-19 міс. Загальна ефективність методу складала 20%. У всіх 7 пацієнтів, яким як метод первинного хірургічного відновлення було використано невротизацію заднього міжкісткового нерва гілкою серединного нерва до м'яза променевого згинача кисті за методикою [3], відзначали повне ефективне відновлення РПФС у терміни від 12-15 міс. Загальна ефективність методу досягла 100%. В одного пацієнта із ПТУ-ПС не спостерігали клінічних неврологічних та електрофізіологічних ознак відновлення в терміни 24 міс. Загальна ефективність методу складала 0%.

Загалом ефективність відновлення РПФС за допомогою первинних хірургічних методів відновлення складала 65%.

Результати додаткового вторинного хірургічного відновлення РПФС

У всіх 12 пацієнтів, яким як метод додаткового хірургічного відновлення РПФС було використано ТМ (переміщено роздвоєний FCR чи FCU), вдалось досягнути ефективного РПФС і функції відведення та розгинання першого пальця кисті.

Результати ТМ для відновлення РПЗС

Серед 30 пацієнтів після проведення вторинного хірургічного РПЗС за допомогою ТМ у 8 пацієнтів

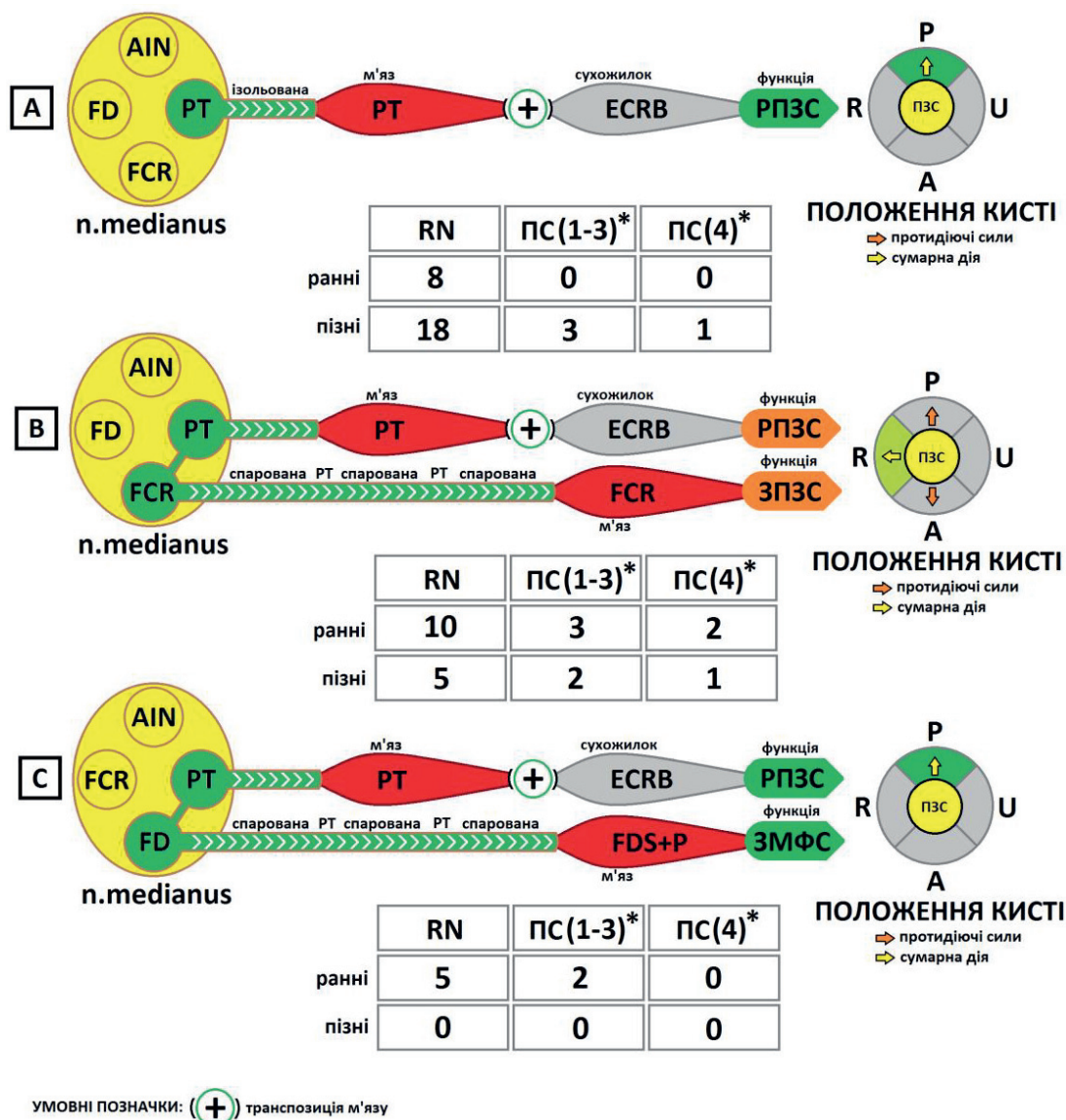


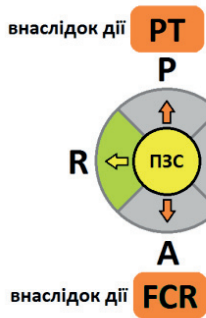
Рис. 1. А – РПЗС без ПРФ; В – ПРФ, що супроводжується обмеженням РПЗС та радіарною девіацією кисті; С – ПРФ без обмеження РПЗС, що супроводжується ЗМФС

ПРФ – патологічний руховий феномен; ПЗС – променево-зап'ястковий суглоб; Р – задня поверхня передпліччя; А – передня поверхня передпліччя; R – радіарний край передпліччя; U – ульнарний край передпліччя; РПЗС – розгинання в променево-зап'ястковому суглобі; ЗПЗС – згинання в променево-зап'ястковому суглобі; ЗМФС – згинання в міжфалангових суглобах пальців; RN – променевий нерв; ПС(1-3)* – надключичне травматичне ушкодження плечового сплетення (рівень 1-3 за Chuang*); ПС(4)* – підключичне травматичне ушкодження плечового сплетення (рівень 4 за Chuang*); АІН – волокнини переднього міжкісткового нерва; FCR (у стовбурі n.medianus) – волокнини до променевого згинача кисті; FCR – власне м'яз променевий згинач кисті; РТ (у стовбурі n.medianus) – волокнини до круглого пронатора передпліччя; РТ – власне м'яз круглий пронатор передпліччя; FD (у стовбурі n.medianus) – волокнини до поверхневих та глибоких згиначів пальців; ECRB – короткий променевий розгинач кисті; FDS+P – поверхнєві та глибокі згиначі пальців; ранні – оцінювання в 1 міс.; пізні – оцінювання в терміни >6 міс.

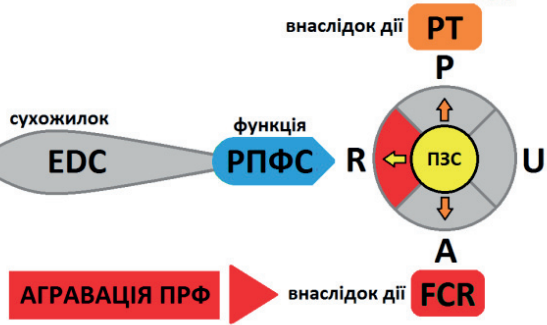
(27%) не спостерігали формування ПРФ “вид В” та “вид С” (рис. 1), обсяг РПЗС відповідав ефективному показнику (>20°), а витривалість перебільшувала 60 с. У 15 пацієнтів (50%) в ранні терміни після проведення вторинного хірургічного відновлення РПЗС за допомогою ТМ спостерігали формування ПРФ “вид В”,

що супроводжувався обмеженням обсягу РПЗС – не відповідав ефективному показнику (<10°) – та радіарною девіацією кисті (рис. 1). У пізні терміни оцінювання у 8 пацієнтів (табл. 2) спостерігалось збереження ПРФ “вид В” (рис. 1). У 4 пацієнтів формування сталого ПРФ “вид В” ускладнилось формуван-

**ПОЛОЖЕННЯ КИСТІ
ПРФ "вид В"**



**РЕЗУЛЬТАТ: ПОЛОЖЕННЯ КИСТІ
ПРФ "вид В"**



УМОВНІ ПОЗНАЧКИ: ➔ протидіючі сили (⊕) транспозиція м'язу (⊖) втрачена компенсаторна функція ➞ сумарна дія

Рис. 3. Схематичне пояснення агравації ПРФ "вид В" при РПЗС, обумовленому функцією переміщеного РТ після транспозиції FCU для забезпечення РПФС

ПРФ – патологічний руховий феномен; "вид В" – ПРФ, що супроводжується обмеженням РПЗС та радіарною девіацією кисті; ПЗС – променево-зап'ястковий суглоб; Р – задня поверхня передпліччя; А – передня поверхня передпліччя; R – радіарний край передпліччя; U – ульнарний край передпліччя; РПЗС – розгинання в променево-зап'ястковому суглобі; РПФС – розгинання в п'ясно-фалангових суглобах; RN – променевий нерв; ПС(1-3) – надключичне травматичне ушкодження плечового сплетення (рівень 1-3 за Chuang*); ПС(4) – підключичне травматичне ушкодження плечового сплетення (рівень 4 за Chuang*); FCR – променевий згинач кисті; РТ – круглий пронатор передпліччя; FCU – ліктьовий згинач кисті; EDC – загальні розгиначі 2-5 пальців

Таблиця 3

Динаміка видів ПРФ при РПЗС, обумовленому функцією переміщеного РТ залежно від вибору донора для реконструкції РПФС методом ТМ чи NT та термінів оцінювання

Динаміка видів ПРФ при РПЗС залежно від вибору донора для реконструкції РПФС (1 міс. та >6 міс.)	Донор для реконструкції РПФС (незалежно чи ТМ, чи NT)	
	FCU	FCR
A>>A	2	4
B>>A	2	-
C>>A	-	7
B>>B	4*	-
C>>C	-	-

ПРФ – патологічний руховий феномен; РПЗС – розгинання в променево-зап'ястковому суглобі; РПФС – розгинання в п'ясно-фалангових суглобах 2-5 пальців; ТМ – транспозиція м'яза; NT – невротизація заднього міжкісткового нерва; FCR – променевий згинач кисті; FCU – ліктьовий згинач кисті
* – в усіх випадках транспозиції FCU внаслідок втрати компенсаторної функції FCU

У всіх 7 пацієнтів (23%), у яких в ранні терміни після проведення вторинного хірургічного відновлення РПЗС за допомогою ТМ спостерігали формування ПРФ "вид С", що супроводжувався ЗМФС, – негативних змін обсягу РПЗС не фіксували (відповідав ефективному показнику >20°). Витривалість перевищувала такі показники при розвитку ПРФ "вид В", особливо при виконанні силового поперечного долонного захвату. У пізні

терміни оцінювання у жодного пацієнта не відмітили формування сталого ПРФ "вид С" (табл. 2). Усі 7 випадків розвитку ПРФ "вид С" у ранньому періоді виникли після або невротизації заднього міжкісткового нерва гілкою середнього нерва до м'яза променевого згинача кисті (4 випадки), або додаткового вторинного відновлення РПФС за допомогою ТМ FCR (3 випадки) (табл. 2).

Обговорення

Ушкодження структур ПНС, що відповідають за функцію м'язів задньої поверхні передпліччя, призводять до тяжкої, стійкої та тривалої дисфункції дистальних сегментів верхньої кінцівки [1]. Тривалість дисфункції зумовлена впливом двох основних чинників: давністю травми та строками очікування відновлення після виконання будь-якого втручання на структурах ПНС. Зважаючи на той факт, що методики дистальної невротизації дозволяють суттєво скоротити строки очікування відновлення втраченої функції загалом [1, 3] у порівнянні із традиційними методами реконструкції структур ПНС [3], середні терміни стійких функціональних порушень усе одно перевищують 1 рік. Виконання паліативної ТМ для відновлення однієї зі складових пріоритетних функцій м'язів задньої поверхні передпліччя – РПЗС – дозволяє суттєво скоротити терміни тяжкої стійкої дисфункції [1]. Особливо велике значення має застосування ТМ при вогнепальних ушкодженнях променевого нерва, які мають поліструктурний генез через супутні ушкодження кісток, м'язів та судин та які створюють несприятливі умови для регенерації променевого нерва [14]. Традиційно при виконанні паліативної ТМ як донор використовується м'яз круглий пронатор передпліччя, який здатний повною мірою замінити розгиначі в променево-зап'ястковому суглобі, які не функціонують [1]. Анатомічні, фізіологічні та біомеханічні переваги його використання описані в численних публікаціях [1]. Шляхи корекції патологічних установок кисті, що виникають після виконання такої ТМ, у переважній більшості публікацій розглядають із точки зору статички [1], без урахування динамічних порушень, до яких вони призводять [1]. До того ж виконання ТМ для відновлення РПФС, розгинання та відведення першого пальця в ранні чи пізні терміни (зумовлено в переважній більшості випадків низькою ефективністю чи відсутністю ефекту від традиційних первинних методів відновлення структур ПНС) ще більше спотворюють динамічні розлади, викликані паліативною ТМ [1]. Проведений аналіз комбінацій ТМ для відновлення як РПЗС, так і РПФС до сьогодні не дозволив виявити найвдалішої комбінації – кожен із методів вторинного відновлення має свої певні переваги та недоліки, а вибір методу прямо залежить від вподобань кожного окремого спеціаліста [1].

Проведений ретроспективний аналіз хірургічного лікування 30 послідовних випадків дисфункції м'язів задньої поверхні передпліччя, зумовлених травматичним ушкодженням структур ПНС різної локалізації, дозволив встановити основні види ПРФ, що виникають після виконання ТМ для відновлення РПЗС, надати анатомо-фізіологічні пояснення

їх виникненню, визначити вплив первинних та додаткових вторинних методів відновлення РПФС на динаміку сформованого ПРФ при РПЗС після ТМ, можливі шляхи уникнення їх формування.

Виникнення ПРФ “вид В” (рис. 1), на нашу думку, обумовлено особливостями іннервації м'яза променевого згинача кисті (FCR) та м'яза круглого пронатора передпліччя (PT) – спільний іннерваційний пул (серединний нерв). Наслідком спільної іннервації є спарована функція FCR та PT, що призводить до нездатності відокремити власне функцію FCR від PT, а сумарний вектор дії останніх призводить до вираженої радіарної девіації кисті та формування ПРФ (рис. 1). Виникнення ПРФ “вид С” (рис. 1), на нашу думку, обумовлено особливостями іннервації м'язів поверхневих та глибоких згиначів пальців (FDS+P) та м'яза круглого пронатора передпліччя (PT) – спільний іннерваційний пул (серединний нерв). Цей вид ПРФ не спричиняє суттєвого впливу на динамічне положення кисті при РПЗС (рис. 1) та редукується у міру відновлення РПФС унаслідок первинного втручання на структурах ПНС чи додаткового вторинного відновлення після ТМ (табл. 1).

Формування сталого ПРФ “вид В” (пізні терміни оцінювання) спричинено відсутністю функції після виконання первинного хірургічного відновлення РПФС методом невротизу у 4 випадках та, на нашу думку, зумовлено відсутністю відновлення стабілізуючої функції ліктьового розгинача кисті. Вірогідність виникнення сталого ПРФ “вид В” за відсутності відновлення РПФС становить 80%, за даними проведеного дослідження. Формування сталого ПРФ “вид В” (пізні терміни оцінювання), що виник у результаті додаткового вторинного відновлення РПФС після ТМ FCU у 4 випадках, на нашу думку, зумовлено втратою стабілізуючої функції ліктьового згинача кисті (рис. 3). Вірогідність виникнення сталого ПРФ “вид В” за відсутності відновлення РПФС становить 50%, за даними проведеного дослідження.

Редукція первинної функції FCR, що виникла в результаті виконання первинного хірургічного відновлення РПФС методом невротизації (зумовлено денервацією м'яза) чи додаткового вторинного відновлення РПФС після ТМ FCR (зміна точки кріплення), на нашу думку, запобігала виникненню та формуванню ПРФ “вид В” в ранні та пізні терміни оцінювання (рис. 4). Вірогідність виникнення сталого ПРФ “вид В” становить 0%, за даними проведеного дослідження, – у жодному із загалом 11 випадків використання вказаних вище методів первинного та додаткового вторинного відновлення РПФС не зареєстровано.

Обмеження дослідження: загалом мала кількість учасників дослідження, що зумовила відсутність можливості розподілити учасників та сформувати групи за подібними ознаками (вік,

ПОЛОЖЕННЯ КИСТІ ПРИ ПРФ "вид В"

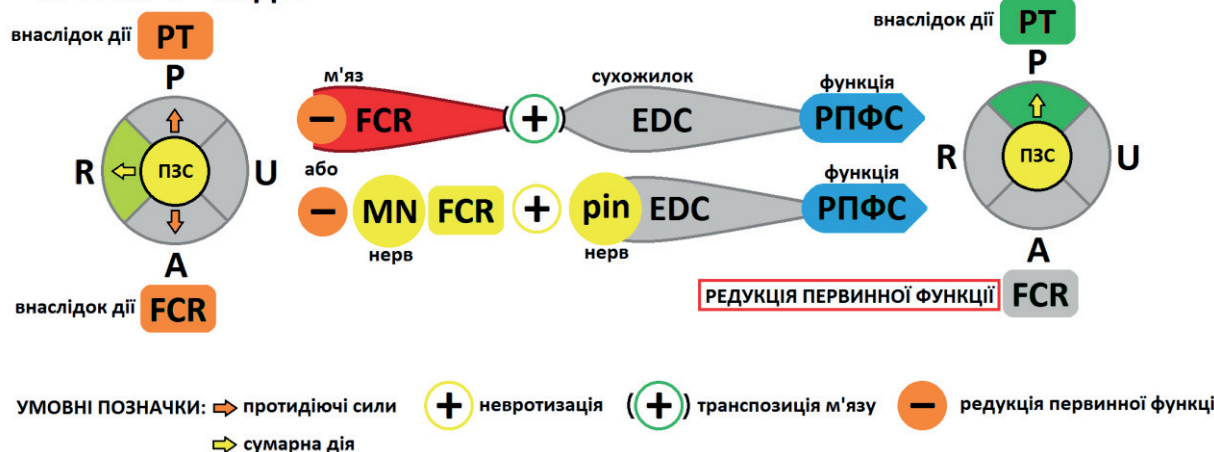


Рис. 4. Схематичне пояснення виникнення та розвитку ПРФ "вид В" при РПЗС, обумовленому функцією переміщеного РТ після транспозиції FCR чи невротизації PIN для забезпечення РПФС

ПРФ – патологічний руховий феномен; "вид В" – ПРФ, що супроводжується обмеженням РПЗС та радіарною девіацією кисті; ПЗС – променево-зап'ястковий суглоб; Р – задня поверхня передпліччя; А – передня поверхня передпліччя; R – радіарний край передпліччя; U – ульнарний край передпліччя; РПЗС – розгинання в променево-зап'ястковому суглобі; РПФС – розгинання в п'ясно-фалангових суглобах; RN – променевий нерв; ПС(1-3) – надключичне травматичне ушкодження плечового сплетення (рівень 1-3 за Chuang*); ПС(4) – підключичне травматичне ушкодження плечового сплетення (рівень 4 за Chuang*); FCR – власне м'яз променевий згинач кисті; MN FCR – волокнини до променевого згинача кисті, деривати серединного нерва; pin – задній міжкістковий нерв, дериват променевого нерва; РТ – круглий пронатор передпліччя; EDC – загальні розгиначі 2-5 пальців

стать, терміни травми, методи первинного, вторинного та додаткового хірургічних методів відновлення тощо), унеможлиблює проведення будь-якого достовірного статистичного аналізу.

Висновки

На основі результатів проведеного дослідження встановлено, що найбільш адекватним комплексним хірургічним підходом, який дозволяє уникнути формування сталого патологічного рухового феномену, зумовленого транспозицією м'язів для відновлення розгинання в променево-зап'ястковому суглобі, є його поєднання із первинним хірургічним відновленням розгинання в п'ясно-фалангових суглобах методом невротизації чи додатковим вторинним хірургічним відновленням розгинання в п'ясно-фалангових суглобах методом транспозиції м'язів FCR.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів під час підготовки статті.

References

1. Tordjman D, d'Utruy A, Bauer B, Bellemère P, Pierrart J, Masmеjean E. Tendon transfer surgery for radial nerve

palsy [published online ahead of print, 2021 Jul 31]. *Hand Surg Rehabil.* 2021;S2468-1229(21)00189-DOI:10.1016/j.hansur.2018.09.009.

2. Oberlin C, Chino J, Belkheyar Z. Surgical treatment of brachial plexus posterior cord lesion: a combination of nerve and tendon transfers, about nine patients. *Chir Main.* 2013;32(3):141-146. DOI:10.1016/j.main.2013.04.002.

3. Lowe JB 3rd, Sen SK, Mackinnon SE. Current approach to radial nerve paralysis. *Plast Reconstr Surg.* 2002;110(4):1099-1113. DOI:10.1097/01.PRS.0000020996.11823.3F.

4. Mahan MA, Warner WS, Yeoh S, Light A. Rapid-stretch injury to peripheral nerves: implications from an animal model [published online ahead of print, 2019 Oct 4]. *J Neurosurg.* 2019;1-11. DOI:10.3171/2019.6.JNS19511.

5. Cheah AE, Etcheson J, Yao J. Radial Nerve Tendon Transfers. *Hand Clin.* 2016;32(3):323-338. DOI:10.1016/j.hcl.2016.03.003.

6. MERLE DAUBIGNE R. Treatment of residual paralysis after injuries of the main nerves; superior extremity. *Proc R Soc Med.* 1949;42(10):831-844.

7. Tubiana R. Transferts tendineux pour paralysie radiale [Tendon transfer for radial paralysis]. *Chir Main.* 2002;21(3):157-165. DOI:10.1016/s1297-3203(02)00104-x.

8. Starr C. Army experiences with tendon transference. *J Bone Joint Surg Am* 1922;4:3-21.

9. Tsuge K, Adachi N. Tendon transfer for extensor palsy of forearm. *Hiroshima J Med Sci.* 1969;18(4):219-232.

10. Chuinard RG, Boyes JH, Stark HH, Ashworth CR. Tendon transfers for radial nerve palsy: use of superficialis tendons for digital extension. *J Hand Surg Am.* 1978;3(6):560-570. DOI:10.1016/s0363-5023(78)80007-0.

11. BOYES JH. Selection of a donor muscle for tendon transfer. *Bull Hosp Joint Dis.* 1962;23:1-4.
12. Brand PW. Tendon transfers in the forearm. In: Flynn JE, editor. *Hand surgery*, Baltimore. Williams & Wilkins, 1975. p. 189–200.
13. Стандартизація в нейрохірургії. Часть 6. Восстановительная и функциональная нейрохирургия. Под ред. академика НАМН Украины, проф. Е. Педаченко. Киев: ГУ “ИНХ НАМНУ”, 2020. 144 с.

Standardization is in neuro-surgery. Part 6. Restoration and functional neuro-surgery. Pod red. akademika NAMN Ukrainy,

prof. Ye. Pedachenko. Kiyev: GU “INKH NAMNU”, 2020. 144 s. [in Russian].

14. Страфун СС, Борзих НО, Цимбалиук ЯВ. Оцінка ефективності лікування поранених із вогнепальними поліструктурними ушкодженнями верхніх кінцівок. *Клінічна хірургія.* 2018;85(7):62-66.
- Strafun SS, Borzykh NO, Tymbaliuk YaV. Evaluation of the effectiveness of treatment of wounded with gunshot polystuctural injuries of the upper extremities. *Klinichna khirurgiia.* 2018;85(7):62-66. [in Ukrainian].

Pathological Locomotor Phenomena in the Wrist Joint Associated with Transposition of the Pronator Teres at Dysfunction of the Muscles of the Posterior Surface of the Forearm Caused by Denervation Process of Traumatic Genesis

Hatskyi O.O.¹, Tretiak I.B.¹, Tymbaliuk V.I.¹, Bazik O.M.¹, Tymbaliuk Ya.V.¹

¹SI “Romodanov Neurosurgery Institute of NAMS of Ukraine”, Kyiv

Summary. Relevance. Dysfunction of the muscles of the posterior surface of the forearm leads to loss of extension in the wrist joint, metacarpophalangeal joints, and loss of abduction and extension of the first finger. The cause of dysfunction is damage to the radial nerve, supraclavicular or subclavian damage to the brachial plexus. The long regeneration process makes it impossible to effectively use the injured limb for a long period of time. Palliative use of movements (transposition) of muscles can significantly reduce the time for the patient to return to active use of the injured limb. Each of the muscle transpositions has certain disadvantages associated with the development of pathological locomotor phenomena (PLF) in the wrist joint. Ways to overcome them are based on a purely mechanistic approach, which is most often simplified to change the point of attachment of the primary non-functioning effector muscles. **Objective:** to define most adequate complex surgical approach in restoring effective extension function in the wrist joint and metacarpophalangeal joints. **Materials and Methods.** A retrospective analysis of the surgical treatment of 30 consecutive cases of dysfunction of the muscles of the posterior surface of the forearm caused by traumatic damage to the structures of the peripheral nervous system (PNS) of various localization was carried out. 23 patients with damage to the radial nerve. 7 patients with pathology of the brachial plexus. The mean age of patients was 41 years (from 18 to 64 years). Mean terms to primary surgical treatment were 4.6 months. 7 patients underwent only revision of the radial nerve within the segment (defect >10 cm); 6 patients underwent neurotization of the posterior interosseous nerve using the Mackinnon technique; 5 patients underwent autologous plasty of the radial nerve (defect <10 cm); 5 patients underwent its neurolysis. Neurolysis was performed in 6 patients with pathology of the brachial plexus, neurotization of the posterior interosseous nerve was performed in 1 case using the Mackinnon method. All patients underwent transposition of the forearm pronator teres (PT) according to the standard technique. Twelve patients underwent transposition of the flexor carpi radialis muscle (FCR, 4 cases) or flexor carpi ulnaris (FCU, 8 cases) according to the standard technique. The results of transposition were analyzed after 1 month or later than 6 months, using a clinical neurological method. Regeneration of neural structures of PNS were analyzed within 9-12 months and additionally in terms later than 15 months both neurologically and electrophysiologically. **Results.** In 6 patients, there was no restoration of extension in the metacarpophalangeal joints (EMPJ), in 12 patients there was a complete recovery of EMPJ after interventions on the structures of the PNS (4 cases – autologous plasty, 7 cases – distal neurotization, 1 case – neurolysis of the radial nerve). In 8 patients, the formation of PLF was not observed during extension in the wrist joint after muscle transposition. In 15 patients, PLF “type B” was formed, and in 7 patients, PLF “type C” was formed within 1 month after muscle

transposition. In none of the patients, PLF "type C" was observed to be preserved for >6 months. In 8 patients, a permanent PLF "type B" was formed, which in 4 cases transformed into PLF "type D". The formation of a steady-state PLF "type D" was recorded in all cases of neurolysis of the PNS structures without restoring extension in the metacarpophalangeal joints by the method of transposition. The formation of a steady-state PLF "type B" was recorded in all cases of FCU transposition to restore extension in the metacarpophalangeal joints. In 11 cases of reduction in the primary function of the FCR as a result of its denervation (neurotization according to the Mackinnon method) or transposition of the FCR muscles (change in the primary attachment point), PLF "type B" did not develop. **Conclusions.** Based on the results of the study, it was found that the most adequate complex surgical approach to avoid the formation of a stable PLF caused by muscle transposition to restore extension in the wrist joint is Mackinnon neurotization or FCR transposition to restore EMPJ.

Key words: radial nerve; muscle transposition; pronator teres of the forearm; neurotization; autologous plastic; neurolysis.

Патологические двигательные феномены в лучезапястном суставе после транспозиции круглого пронатора при дисфункции мышц задней поверхности предплечья, обусловленной денервационным процессом травматического генеза

Гацкий А.А.¹, Третьяк И.Б.¹, Цымбалюк В.И.¹, Базик А.Н.¹, Цымбалюк Я.В.¹

¹ГУ "Институт нейрохирургии им. акад. А.П. Ромоданова НАМН Украины", отделение восстановительной нейрохирургии с рентгенооперационной, г. Киев

Резюме. Актуальность. Дисфункция мышц задней поверхности предплечья приводит к потере разгибания в лучезапястном суставе, пястно-фаланговых суставах и потере отведения и разгибания первого пальца. Причиной дисфункции является повреждение лучевого нерва, надключичное или подключичное повреждение плечевого сплетения. Долгий регенерационный процесс делает невозможным эффективное использование поврежденной конечности в течение длительного периода. Паллиативное использование перемещений (транспозиции) мышц позволяет существенно сократить сроки возврата пациента к активному использованию поврежденной конечности. Каждая из транспозиций мышц имеет определенные недостатки, связанные с развитием патологических двигательных феноменов (ПДФ) в лучезапястном суставе. Пути их преодоления основываются на чисто механистическом подходе, который чаще всего сводится к изменению точки крепления первичных нефункционирующих мышц-эффекторов. **Цель исследования.** Определение наиболее адекватного комплексного хирургического подхода для обеспечения эффективной функции разгибания в лучезапястном суставе и пястно-фаланговых суставах. **Материалы и методы.** Проведен ретроспективный анализ хирургического лечения 30 последовательных случаев дисфункции мышц задней поверхности предплечья, обусловленных травматическим повреждением структур периферической нервной системы (ПНС) различной локализации. 23 пациента – с повреждением лучевого нерва, 7 пациентов – с патологией плечевого сплетения. Средний возраст пациентов составил 41 год (от 18 до 64 лет). Средние сроки проведения первичного хирургического восстановления составляли 4,6 мес. 7 пациентам проведена только ревизия лучевого нерва в пределах сегмента (дефект >10 см); 6 пациентам выполнена невротизация заднего межкостного нерва по методике Mackinnon; 5 пациентам выполнена аутологическая пластика лучевого нерва (дефект <10 см); 5 пациентам выполнен его невролиз. 6 пациентам с патологией плечевого сплетения выполнен невролиз, в 1 случае выполнена невротизация заднего межкостного нерва по методике Mackinnon. Всем пациентам была выполнена транспозиция круглого пронатора предплечья (РТ) по стандарт-

ной методике. 12 пациентам было выполнено транспозицию мышц лучевого сгибателя (FCR, 4 случая) или локтевого сгибателя кисти (FCU, 8 случаев) по стандартной методике. Оценка результатов транспозиции проводилась через 1 мес. или позднее 6 мес. с помощью клинического неврологического метода, оценка восстановления структур ПНС – в сроки 9-12 мес. и дополнительно в сроки >15 мес. с помощью клинического неврологического и электрофизиологического методов обследования. **Результаты.** У 6 пациентов не наступило восстановление разгибания в пястно-фаланговых суставах (РПФС), у 12 пациентов наступило полное восстановление РПФС после вмешательств на структурах ПНС (4 случая – аутологическая пластика, 7 случаев – дистальная невротизация, 1 случай – невролиз лучевого нерва). У 8 пациентов не наблюдалось формирования ПДФ при разгибании в лучезапястном суставе после транспозиции мышц. У 15 пациентов сформировался ПДФ “вид В”, у 7 пациентов – ПДФ “вид С” в срок 1 мес. после транспозиции мышц. Ни у одного пациента не наблюдали сохранения ПДФ “вид С” в сроки >6 мес. У 8 пациентов сформировался постоянный ПДФ “вид В”, который в 4 случаях трансформировался в ПДФ “вид D”. Формирование устойчивого ПДФ “вид D” зафиксировано во всех случаях невролиза структур ПНС без проведения восстановления разгибания в пястно-фаланговых суставах методом транспозиции. Формирование устойчивого ПДФ “вид В” зафиксировано во всех случаях транспозиции FCU для восстановления РПФС. В 11 случаях редукции первичной функции FCR в результате его денервации (невротизация по методике Maskinon) или транспозиции мышц FCR (изменение первичной точки крепления) ПДФ “вид В” не развился. **Выводы.** На основе результатов проведенного исследования установлено, что наиболее адекватным комплексным хирургическим подходом, позволяющим избежать формирования устойчивого ПДФ, обусловленного транспозицией мышц для восстановления разгибания в лучезапястном суставе, является его сочетание с невротизацией по методике Maskinon или транспозиции FCR для восстановления РПФС.

Ключевые слова: лучевой нерв; транспозиция мышц; круглый пронатор предплечья; невротизация; аутологическая пластика; невролиз.