

## Передопераційна трансартеріальна емболізація злоякісних пухлин кінцівок (сучасний стан проблеми) (Огляд)

Солоніцин Є.О., Проценко В.В.

ДУ "Інститут травматології та ортопедії НАМН України", м. Київ

**Резюме.** У статті розглянуто актуальну проблему сучасної медицини, зокрема застосування методу трансартеріальної емболізації судин при лікуванні злоякісних пухлин кінцівок. Висвітлено мету, показання, технічні особливості та матеріали, які застосовуються для її проведення, а також протипоказання та ускладнення. Розглянуто ефективність методу при підготовці пацієнта до оперативного втручання з приводу злоякісної пухлини м'язово-скелетної системи. При аналізі сучасної вітчизняної та іноземної літератури з'ясовано, що наразі розширюються показання для використання даного методу, вдосконалюються технічні можливості обладнання та фізико-хімічні властивості матеріалів. Окреслені питання подальшого вивчення і розв'язання даної проблеми.

**Ключові слова:** огляд; трансартеріальна емболізація (ТАЕ); злоякісні пухлини кінцівок; саркоми м'яких тканин; метастатичні ураження; хірургічна судинна оклюзія.

### Вступ

На теперішній час злоякісні пухлини скелета, зокрема саркоми м'яких тканин кінцівок, як і раніше, залишаються недостатньо вивченою патологією, рання діагностика якої все ще є невисокою. Передусім це обумовлено їх відносно невеликою кількістю: від 1 до 2,5% всіх злоякісних пухлин [1, 2]. Також важливою є відсутність онконастороженості у фахівців, труднощі постановки клінічного діагнозу при глибокому або важкодоступному розташуванні новоутворення, недооцінка важливості передопераційної морфологічної верифікації пухлини, помилка техніки виконання діагностичної процедури, похибки методики обробки матеріалу біопсії [3]. Саркоми м'яких тканин кінцівок більш ніж у 60% випадків розвиваються у пацієнтів працездатного віку. Хірургічне лікування даної патології часто призводить до інвалідизації хворих, і такі результати не можна назвати задовільними. Цей факт є не тільки медичною, а й соціально-економічною проблемою [4]. Одним з основних нерозв'язаних завдань, що призводять до інвалідизації пацієнта, є частота місцевого рецидивування пухлини. За даними Д.В. Мартинкова (2011) та ін., частота локальних рецидивів після видалення первинної пухлини становить від 15 до 60%, при цьому частота повторних рецидивів досягає 50% і більше [5, 6, 7]. Як свідчить накопичений різними авторами досвід, поліпшити результати лікування сарком м'яких тканин кінцівок можна шляхом застосування додаткових методів місцевого впливу на пухлинну тканину як у передопераційний період, так і під час хірургічного

втручання [8, 9]. З появою рентгендоваскулярних методик почалося їх активне використання, в тому числі і в лікуванні пухлин кісток та м'яких тканин кінцівок, а також їх рецидивів [10]. Дотепер методи інтервенційної радіології в онкології продовжують постійно вдосконалюватися і активно розвиватися, що дозволяє скоротити обсяг інтраопераційної крововтрати, кількість ускладнень, знизити відсоток рецидивів, а також збільшити кількість органозбережних операцій [11].

**Мета** – висвітлити сучасні методи передопераційної емболізації злоякісних пухлин кістково-м'язової системи людини, проаналізувати їх можливості та ефективність.

Перші повідомлення про використання ендоваскулярного методу при лікуванні пухлин області шиї датуються 1904 роком, коли R.H. Dawbarn виконав транскаротидну емболізацію саркоми пацієнта сумішшю парафіну та бензину [12]. У 1972 р. R.E. Heckster повідомив, що доопераційна емболізація пухлини полегшує її хірургічне видалення та є ефективною і надійною альтернативою методу перев'язки гілок зовнішньої сонної артерії [13].

У 70-ті роки ХХ століття при подальшому розвитку методики емболізації наступні спроби робили на метастатичних осередках кінцівок при злоякісній пухлині внутрішнього органу [14]. Однак на сучасному етапі розвитку методики трансартеріальної емболізації (ТАЕ) показання до застосування даного методу розширилися і застосовуються у лікуванні як злоякісних пухлин (первинних і вторинних) кістково-м'язової системи, так і навіть доброякісних новоутворень [15].

Основним завданням трансартеріальної емболізації є деваскуляризація пухлини. Вона показана як паліативна процедура для полегшення клінічних симптомів захворювання, як передопераційний захід для зменшення періопераційної крововтрати, а в деяких випадках як основне лікування. У всіх випадках при виконанні ТАЕ повинна проводитися оклюзія якомога більшої кількості судин, що живлять пухлину. Результат варіює від повного некрозу пухлини до вираженого ступеня ішемії або гіповаскуляризації. Зазвичай рекомендується попереднє планування за допомогою МРТ, КТ та ультразвуку, що дозволяє ідентифікувати артеріальне кровопостачання, венозний відтік, поширення процесу на сусідні органи і тканини з урахуванням близькості розташування життєво важливих структур, що мають загальне кровопостачання. КТ-ангіографія особливо корисна при складних ураженнях із великою кількістю можливих шляхів артеріального постачання. Після попереднього планування катетерна ангіографія виконана під час ТАЕ підтверджує результати візуалізації що, в кінцевому підсумку, визначає безпечну емболізацію [16].

Аналіз результатів ангіографічних досліджень засвідчив, що розмір пухлини має пряму кореляцію з кількістю джерел кровопостачання. За ступенем васкуляризації виділяють пухлини з високою, помірною та низькою васкуляризацією. Приблизно у 50% випадків усіх сарком м'яких тканин та кісток кінцівок виявляються пухлини з високим ступенем васкуляризації, близько 40% були представлені пухлинами з помірною васкуляризацією, і лише тільки у 10% випадків відзначалася низька васкуляризація злоякісної пухлини. Найвищою васкуляризацією відрізняються ангіосаркоми та саркоми з низьким ступенем диференціювання (G3-G4). До низьковаскуляризованих пухлин переважно зараховувалися ліпосаркоми [11, 17]. Це підтверджує теорію, що васкуляризація пухлини пов'язана з її гістологічним підтипом, а не кількістю судин, які її живлять [18].

Крім того, залежно від внутрішньої ангіоархітектури встановлені особливості кровотоку в деяких пухлинах певних гістологічних форм. Більшість авторів описує, що злоякісні пухлини кістково-м'язової системи взагалі мають змішаний тип кровопостачання. Він діагностується у 55% випадків. Другим за частотою походження був магістральний тип кровопостачання – близько 35% випадків, і лише у 10% випадків визначався розсипний тип кровопостачання пухлини [19]. Таким чином, вже на етапі передопераційного планування відомий тип судинного кровопостачання пухлини, тип її васкуляризованості, що дає можливість передбачати об'єм крововтрати.

**Показання.** На даний час існує широкий діапазон показань для ТАЕ первинних (доброякісних і злоякісних) і вторинних (метастатичних) пухлин кістково-м'язової системи: з метою зниження ризику операційного та післяопераційного геморагічного синдрому, для спрощення хірургічного втручання, купірування

болю, лихоманки, кровотечі, контролю електролітних та інших реологічних показників крові. Емболізація може також збільшити чутливість пухлини до хіміотерапії або променевої терапії [20].

**Протипоказання.** При проведенні емболізації пухлин кінцівки є певні протипоказання та обмеження, характерні взагалі для всіх видів рентгеноваскулярних операцій, а саме: наявність коагулопатії, тромбоцитопенії або анемії, алергія на контрастні препарати, тяжкі форми ниркової недостатності, анатомічні особливості будови судинного русла [21, 22]. Не зайвим буде відзначити, що поява нових поколінь контрастних нейодованих препаратів зменшила список протипоказань до проведення трансартеріальної емболізації.

**Техніка виконання ТАЕ.** Як правило, трансартеріальна емболізація проводиться в умовах рентгеноопераційної перед виконанням основного хірургічного втручання. Для профілактики больового синдрому, що виникає в процесі проведення ангіографії та після виконання емболізації судин, пацієнти отримують премедикацію. З цією метою застосовуються препарати тримеперидин та діазепам у стандартному дозуванні. Дане поєднання препаратів є достатнім для купірування та профілактики больового синдрому у пацієнтів [4].

Далі за допомогою інтродюсера в асептичних умовах рентгенхірургічної операційної здійснюється доступ до артеріального русла. У більшості випадків (95%) різновидом артеріального доступу є доступ через стегнову артерію за Сельдингером. Доступ через плечову артерію є менш зручним та має більшу кількість недоліків у порівнянні з доступом через стегнову артерію. Він використовується тільки в разі наявності протипоказань або нездоланих технічних труднощів при проведенні стегового доступу до артеріального русла, таких як: периферичне розташування пухлин верхніх кінцівок (недостатня довжина артеріальних катетерів) та критичні зміни стегових артерій, що не дозволяють здійснити даний вид доступу. Після виконання артеріального доступу проводиться оглядова ангіографія необхідного сегмента судинного русла та оцінюється особливості анатомічних співвідношень пухлини та суміжних органів і тканин, а також наявність можливості селективної катетеризації судин, що живлять пухлину [23].

Після виконання діагностичної ангіографії судин, що живлять пухлину, проводять їх ідентифікацію та канюляцію за допомогою предмодельованих катетерів № 4-5 F або за допомогою мікрокатетерів [24]. Мікрокатетери мають деякі переваги. Емболічний агент може бути доставлений із магістральної судини та потенційно знизити ймовірність нецільової емболізації. Судини, що живлять пухлину, у багатьох випадках є гіпертрофованими безіменними судинами, та їх канюляція катетерами великого калібру більш складна.

При використанні катетера великого калібру артеріальний спазм може призвести до помилкових

кінцевих пунктів емболізації, що у підсумку знизить ефективність самої процедури. Так само труднощі емболізації створюють короткі артеріальні стовбури, що йдуть до пухлини від магістральних судин, оскільки існує високий ризик потрапляння застосованих емболів у магістральні судинні стовбури з подальшим тромбозом периферичних відділів судинного русла [25]. Тому невіддільною частиною операції є системна гепаринізація з контролем показників коагулограми.

При проведенні передопераційної емболізації судин, які живлять пухлину, значно поліпшується відмежування тканини пухлини, зменшуються її розміри, полегшується видалення, істотно зменшується крововтрата під час операції, зменшується травматичність та тривалість втручання при збільшенні його обсягу. Це підвищує радикальність та ефективність хірургічного лікування, дозволяє в ряді ситуацій уникнути повторних операцій, зменшує тяжкість перебігу післяопераційного періоду, підвищує ефективність ад'ювантних методів лікування. У деяких неоперабельних випадках виключення живлення новоутворення є єдиним значущим засобом контролю прогресії пухлини, клінічної детеріорації та запобігання тумор-асоційованих геморагічних ускладнень [26, 27].

Після емболізації проводиться повторна ангіографія, яка демонструє ступінь деваскуляризації пухлини та оцінює прохідність суміжної магістральної нормальної судинної мережі. Також для пом'якшення очікуваного перитуморального набряку, що виникає як наслідок емболізації, застосовують внутрішньовенне введення стероїдів. Зазвичай постангіографічне спостереження включає клінічну перевірку магістрального та периферичного пульсу, неврологічне обстеження для виявлення будь-якого клінічного погіршення, що може бути вторинним внаслідок виникнення ішемії [28].

**Матеріали для ТАЕ.** Одним із основних принципів рентгенендоваскулярної емболізації є селективна установка катетера у відповідну судину, що йде до пухлини, та досягнення контрольованої оклюзії цієї судини. Сучасний технологічний прогрес ендоваскулярної хірургії призводить до розробки більш досконалих мікрокатетерів та мікроемболів (мікросфери), які містять лікарські речовини, що дозволяє значно розширити застосування цього методу в онкології [29]. Емболізуючими агентами виступають гемостатичні губки та їх суспензії, акриловий клей, частки полівінілалкоголя, а також металеві спіралі [30]. Щодо порівняльних результатів застосування того чи іншого емболічного матеріалу – їх проведено й опубліковано дуже мало.

При виборі мікрочастинок для емболізації керуються багатьма чинниками: це тип пухлини, її локалізація, мета процедури. Але найбільш важливим є досвід лікаря, який проводить цю процедуру [31]. Виділяють солідні (густі) та рідкі речовини.

Для механічної оклюзії судин пухлини застосовують частки полівінілалкоголя (ПВА), які змішують з

контрастом та вводять селективно через мікрокатетер під контролем рентгеноскопії. Розміри цих частинок складають від 45-150 до 1000-1180 мкм (Contour PVA particles, Boston Scientific, США). Зазвичай для більшості процедур емболізації пухлин використовують частки ПВА розміром 150-250 мкм. Ембосфери (BiosphereMedical, Inc., США) є альтернативою мікрочастинок емболічної речовини, що складається з триакрилових желатинових мікросфер.

На відміну від частинок ПВА, які можуть мати нерівну поверхню та різний розмір, мікросфери – це сферичні частинки одного розміру та форми. Завдяки цьому вони є ідеальним матеріалом для дистального проникнення в ложе пухлини. У порівнянні з частинками ПВА в результаті передопераційної емболізації пухлини за допомогою ембосфер значно зменшується об'єм крововтрати під час операції [32]. Після проведення емболізації пухлини мікросфери не погіршують стан, а тільки викликають помірну запальну реакцію [33].

Рідку речовину, яка тромбує, – Н-бутил цианоакрилат (НБЦА) (Trufill NBCA Liquid Embolic, Cordis Corp.) також використовують для емболізації пухлин. При приготуванні НБЦА необхідно уникати контакту речовини з іонними розчинами (кров'ю, контрастом, фізіологічним розчином). Речовину, яка зв'язує, спочатку розбавляють 25-30% етиодолом (Cordis Corp.) – маслянистим середовищем, що збільшує час полімеризації мономера НБЦА та поліпшує якість полімерної маси. Онух (Micro Therapeutics, Inc.) – це рідка емболічна речовина, що складається з сополімеру – етиленвінілового спирту, розчиненого в диметилсульфоксиді. Перевагою Онух перед НБЦА при емболізації пухлини з високою васкуляризацією вважають те, що він полімеризується при висиханні, не склеюється, а також дозволяє ефективно контролювати велике заповнення вогнища з меншим ризиком передчасної полімеризації, венозної оклюзії, склеювання катетера [34].

Іноді для лікування пухлин із високою васкуляризацією застосовують етиловий спирт. Алкоголь має низький рівень в'язкості, що сприяє глибокому проникненню в осередок пухлини. Він є надзвичайно цитотоксичним, внаслідок цього викликає фібриноїдний некроз ендотелію та тромбоз судини. Етанол повільно вводять в уражене місце. Через 5-10 хвилин настає тромботичний ефект. Повна оклюзія, як правило, вимагає поетапного підходу до емболізації [35]. Емболізація етанолом дуже болюча, тому її проводять під загальною анестезією.

Відокремлювані або штовхальні спіралі (COILs) найбільш безпечні для емболізації пухлин з високою васкуляризацією. Відокремлювані платинові спіралі забезпечують дуже точне розгортання та можуть бути видалені, якщо був неправильно обраний розмір або їх розміщення [36]. У ситуації, що загрожує життю, при високому ризику кровотечі при передопераційній емболізації метастатичних пухлин деякі фахівці обира-

ють комбінацію частинок емболів ПВА та спіралей із нержавіючої сталі або платини.

Агенти у вигляді частинок можуть мати деякі потенційні переваги, оскільки знижується частота неселективної емболізації [37]. А. Yamamoto та ін. (2006) у своєму дослідженні, присвяченому операційній крововтраті після емболізації, не виявили клінічно значущої різниці між трисакрилжелатиновими мікросферами та ПВА [38].

Желатинова абсорбуюча губка – гемостатичний засіб, що надає короткочасний (до декількох тижнів) емболізуючий ефект, використовується, як правило, для передопераційної емболізації судин гіперваскуляризованих злоякісних пухлин кінцівок, а також екстрацеребральних пухлин, якщо виконання оперативного втручання планується найближчим часом (від 24 до 72 годин). Введення контролюється за допомогою ангіографії та виконується до візуального уповільнення і припинення кровотоку в судинах, що живлять новоутворення [39].

**Строки перед хірургічним лікуванням.** Під час аналізу проведених досліджень за даними літератури оперативні втручання з приводу злоякісних пухлин кінцівок зазвичай виконувалися в терміни від 48 до 72 годин після емболізації [40]. S. Sun та ін. (1998) не виявили суттєвої різниці між пацієнтами, що перенесли операцію протягом перших 24 годин після емболізації, в порівнянні з тими, хто переніс операцію після 36 годин та більше [41]. Чи впливає часовий інтервал між передопераційною емболізацією та наступним виконанням операції на виникнення інтраопераційних або післяопераційних ускладнень, а також на результат лікування, залишається невідомим.

**Нозологічні форми пухлин.** Здебільшого дані літератури вказують на ефективність проведення передопераційної емболізації при метастазах нирково-клітинного раку, гепатоцелюлярній карциномі та раку щитоподібної залози [42]. При метастазах інших первинних пухлин ефективність передопераційної емболізації залишається до кінця не визначеною, незважаючи на твердження багатьох авторів про те, що всі метастази за визначенням є гіперваскулярними, а деякі з них є надзвичайно гіперваскулярними.

**Ефективність ТАЕ.** При виборі методу емболізації враховується ряд факторів: ангіоархітектоніка пухлини, топографічна анатомія та мета, з якою проводиться хірургічна операція. З огляду на те, що при частковій емболізації часто буває значна інтраопераційна кровотеча, бажано домагатися повної деваскуляризації. Ефективною вважається процедура, коли васкуляризація пухлини скорочується більш ніж на 70% [43]. У середньому ефективність становить від 36 до 80% оклюзії судин, що живлять пухлину. Більш точно важко визначити ефект передопераційної емболізації при хірургічному лікуванні злоякісних пухлин м'язово-кісткової системи, тому що це залежить від типу первинної пухлини, її розташування, а також виду

хірургічного лікування. Усе це може впливати на об'єм інтра- та післяопераційної крововтрати.

**Ускладнення.** Ускладнення трансартеріальної емболізації зустрічаються приблизно в 7-9% випадків [44]. Вони можуть виникати як під час процедури (анестезіологічні, технічні), так і після її проведення (наслідки ішемії, реакція на емболізуючий матеріал та ін.). Основним ускладненням емболізації судин є постемболізаційний синдром різного ступеня, який розвивається практично у всіх пацієнтів [45, 46]. До його основних проявів можна зарахувати: лихоманку, біль в області проведення емболізації, нудоту, блювоту, загальну інтоксикацію [47]. Як правило, він розвивається протягом перших двох діб із моменту виконання емболізації та минає на 5-6 добу. Однак, якщо йдеться про проведення передопераційної емболізації, симптоми інтоксикації не встигають розвинути. Тому достатнім виявляється забезпечення адекватної аналгезії при проведенні процедури, оскільки больовий синдром з'являється практично відразу після її виконання [48]. Значно рідше зустрічаються такі ускладнення, як розпад пухлини з утворенням раневого дефекту шкірних покривів, пошкодження магістральної судини, через яку відбувається процедура [49], мінущі парестезії та парез сідничного нерва, а також абсцес сідничної області.

## Висновки

Трансартеріальну емболізацію слід враховувати в алгоритмі лікування первинних або вторинних пухлин кісток. Передопераційна емболізація при скелетно-м'язових пухлинах є відносно безпечним та ефективним методом передопераційного етапу перед хірургічним лікуванням [50]. Її проведення сприяє зменшенню больового синдрому, зниженню потреби в гемотрансфузії під час, а також після операції, що має позитивне значення при органозбережних операціях або операціях, які калічать, на великих сегментах із високим ризиком кровотечі [51], коли є ураження хребта та елементів спинного мозку [52], або в незручних для хірургічного доступу місцях, коли очікується тривалий час операція [53]. Поєднання хірургічного лікування з передопераційною селективною рентгеноендоваскулярною емболізацією судин, що живлять пухлину, здатне розширити можливості радикального хірургічного лікування та знизити частоту рецидивів злоякісних пухлин кінцівок [54]. З удосконаленням технологій та проведенням подальших досліджень у сфері ТАЕ показання та методи селективної емболізації пухлин кістково-м'язової системи продовжують розвиватися, що в цілому підвищує ефективність лікування пацієнтів.

**Конфлікт інтересів.** Дана публікація не викликає будь-якого конфлікту між авторами, не була і не буде предметом комерційної зацікавленості чи винагороди в жодній формі.

## References

1. Давыдов МИ, Аксель ЕМ. Статистика злокачественных новообразований в России и странах СНГ в 2012 году. М.: Издательская группа РОНЦ, 2014:46.  
Davydov MI, Aksel EM. Statistics of malignant neoplasms in Russia and CIS in 2012. M.: Publishing group, cancer research center. 2014:46. (Russian).
2. Чиссов ВИ, Старинский ВВ, Петрова ГВ. Злокачественные новообразования в России в 2010 г. (заболеваемость и смертность). М.: ФГБУ "МНИОИ им. П.А.Герцена", 2012:34.  
Chissov VI, Starinsky VV, Petrova GV. Malignant neoplasms in Russia in 2010 (morbidity and mortality). M.: FGBU "MNIIOI im.PA Gertsena". 2012:34. (Russian).
3. Сидоренко ЮС, Салатов РН, Шатова ЮС. Факторы прогноза злокачественных опухолей мягких тканей // Современные подходы к терапии больных распространенным раком отдельных локализаций: Сб. статей под ред. ЮС Сидоренко. М.: ФГБУ "МНИОИ им. ПА Герцена". 2005:507–510.  
Sidorenko YS, Salatov RN, Shatova YS. Sidorenko YS, Salatov RN, Shatova YS. Prognosis factors for malignant soft tissue tumors. Modern approaches to the treatment of patients with advanced cancer of certain localizations. Digest of articles edited by Sidorenko YS. M.: FGBU "MNIIOI im.PA Gertsena". 2005:507–510. (Russian).
4. Хазов АВ. Диссертация на соискание степени кандидата медицинских наук на тему "Хирургическое лечение сарком мягких тканей конечностей с применением эндоваскулярных вмешательств и криовоздействия". С.-Петербург. 2017:148.  
Khazov AV. The dissertation for the degree of candidate of medical sciences on the topic "Surgical treatment of sarcomas of soft tissues of limbs with the use of endovascular interventions and cryotherapy". S-Petersburg. 2017:148. (Russian).
5. Мартынков ДВ, Харатишвили ТК, Бохан БЮ, Феденко АА, Буров ДА, Алиев МД, Петроченко НС. Синхронное развитие локального рецидива и отдаленных метастазов у пациентов с саркомами мягких тканей. Саркомы костей мягких тканей опухоли кожи. 2011; 4:51-56.  
Martynkov DV, Kharatishvili TK, Bohyan BY, Fedenko AA, Burov DA, Aliev MD, Petrochenko NS. Synchronous development of local recurrence and distant metastases in patients with soft tissue sarcoma. Bone and soft tissue sarcomas and tumors of the skin. 2011; 4:51-56. (Russian).
6. Maretty-Nielsen K, Aggerholm-Pedersen N, Keller J, Safwat A, Vaerentzen S, Pedersen AB. Relative mortality in soft tissue sarcoma patients: a Danish population-based cohort study. BMC Cancer. 2014; 9:682. DOI: 10.1186/1471-2407-14-682.
7. Stojadinovic A, Leung DH, Allen P, Lewis JJ, Jaques DP, Brennan MF. Primary adult soft tissue sarcoma: time-dependent influence of prognostic variables. J.Clin.Oncol. 2002; 11:4344-4352. DOI: 10.1200/JCO.2002.07.154.
8. Алиев МД. Современные подходы к лечению сарком мягких тканей. Практи.онкол. 2004; 4:250–255.  
Aliev MD. Modern approaches to the treatment of soft tissue sarcomas. Pract.oncol. 2004; 4:250-255. (Russian).
9. Yang JC, Chang AE, Baker AR [et al.]. A randomized prospective study of the benefit of adjuvant radiation therapy in the treatment of soft tissue sarcomas of the extremity. J.Clin.Oncol. 1998; 16:197–203. DOI: 10.1200/JCO.1998.16.1.197.
10. Misasi N, Sadile F. Selective arterial embolization in orthopaedic pathology. Analysis of long-term results. Chir Organi Mov. 1991; 76(4): 311-6. PMID: 1800042.
11. Манихас ГМ, Ханевич МД, Вашкуров СМ и др. Рентгенэндоваскулярные особенности кровоснабжения злокачественных мягкотканых опухолей. Российский онкологический журнал. 2014; 4:32–33.  
Manikhas GM, Khanevich MD, Vashkurov SM [et al.]. X-ray endovascular features of blood supply to malignant soft tissue tumors. Russian Oncology Journal. 2014; 4:32-33. (Russian).
12. Dawbarn RH. The starvation operation for malignancy in the external carotid area. JAMA. 1904; 17:792-795.
13. Kerber CW, Wong W. Liquid acrylic adhesive agents in interventional neuroradiology. Neurosurg. Clin. N. Am. 2000; 11(1):85–99. DOI: 10.1016/S1042-3680(18)30148-7.
14. Bucheler E, Hupe W, Hertel EU [et al.]. Catheter embolization of renal tumours. Rofo. 1976; 124(2):134–8. doi: 10.1055/s-0029-1230298.
15. Chu JP, Chen W, Li JP [et al.]. Clinicopathologic features and results of transcatheter arterial chemoembolization for osteosarcoma. Cardiovasc Intervent Radiol. 2007; 30(2):201–6. DOI: 10.1007/s00270-005-0302-y.
16. Munk PL, Legiehn GM. Musculoskeletal interventional radiology: applications to oncology. Semin Roentgenol 2007; 42(3):164–74. DOI: 10.1053/j.ro.2007.04.004.
17. Pazonis TJ, Papanastassiou ID, Maybody M, Healey JH. Embolization of hypervascular bone metastases reduces intraoperative blood loss: a case-control study. Clin Orthop Relat Res. 2014; 472(10):3179-87. DOI: 10.1007/s11999-014-3734-3.
18. Ханевич МД, Манихас ГМ, Вашкуров СМ, Куканов МА, Хазов АВ. Сочетание эмболизации сосудов и криовоздействия в хирургическом лечении сарком мягких тканей. Вестник хирургии им. ИИ Грекова. 2015; 174(4):39-44.  
Khanevich MD, Manikhas GM, Vashkurov SM, Kukanov MA, Khazov AV. Combination of vessel embolization and cryotherapy in surgical treatment of soft tissue sarcomas. Vestnik chirurgii im. II Grekova. 2015; 174(4): 39-44. (Russian).
19. Olieman A. F., van Ginkel R. J., Hoekstra H. J. [et al.]. Angiographic response of locally advanced soft-tissue sarcoma following hyperthermic isolated limb perfusion with tumor necrosis factor. Ann. Surg. Oncol. 1997; 4(1):64–69. DOI: 10.1007/BF02316812.
20. Owen R. Embolization of Musculoskeletal Bone Tumors. Seminars in Interventional Radiology. 2010; 27(02):111–123. DOI: 10.1055/s-0030-1253510.
21. Wong SJ, Urlings T, Seng C, Leong S, Tan BS, Tan MH. Pre-Operative Embolisation of Musculoskeletal Tumours. A Single Centre Experience. Malaysian Orthopaedic Journal. 2020; 14(1):42-48. DOI: 10.5704/MOJ.2003.007.
22. Кедрова АГ, Лебедев ДП, Шабловский ОР, Астахов ДА, Косый ВВ, Леваков СА, Ванке НС. Современная химиоэмболизация сосудов малого таза как этап лечения злокачественных опухолей тела и шейки матки. Клиническая практика. 2016. 2:50-56.  
Kedrova AG, Lebedev DP, Shablovsky OR, Astakhov DA, Kosiy VV, Levakov SA, Wanke NS. Modern transarterial chemoembolization as a step towards the treatment of malignant tumors of the uteri and cervix. Clinical practice. 2016. 2:50-56. (Russian).
23. Reuter M, Heller M, Heise U, Beese M. Transcatheter embolization of tumors of the muscular and skeletal systems. Rofo. 1992; 156:182-188. DOI: 10.1055/s-2008-1032861.
24. Ishiguchi T, Itoh S, Fukatsu H, Itoh Y, Horikawa Y, Tadokoro M [et al.]. Arterial embolization therapy for metastatic bone and soft-tissue tumors with microcatheter and micro coils. Pub Med. 1991; 51(3):260-9. PMID: 2047201.
25. Ibrahim WH, Safran ZA, Hasan H, Zeid WA. Preoperative and therapeutic embolization of extremities of bone and soft tissue tumors. Angiology. 2013; 2:151-156. DOI: 10.1177/0003319711436075.
26. Hart JL, Davagnanam I, Chandrashekar HS, Brew S. Angiography and selective microcatheter embolization of a falicine meningioma

- supplied by the artery of Davidoff and Schechter. *J. Neurosurg.* 2011; 114(3):710–713. DOI: 10.3171/2010.4.JNS10218.
27. Свистов ДВ, Беншабан АУ, Кандыба ДВ [и др.]. Морфологические изменения при эмболизации сосудистой сети гиперваскуляризованного новообразования на модели почки животного: экспериментальное исследование. *Вестн. Рос. воен.-мед.акад.* 2006; 2:87–93.
28. Ramsey Ashour, Ali Aziz-Sultan. Preoperative Tumor Embolization. *Neurosurg Clin N Am.* 2014; 25(3):607-17. DOI: 10.1016/j.nec.2014.04.015.
29. Negussie AH, Dreher MR, Carmen GJ [et al.]. Synthesis and characterization of image-able polyvinyl alcohol microspheres for image-guided chemoembolization. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine.* 2015; 26:198. DOI: 10.1007/s10856-015-5530-3.
30. Дударев ВС, Акинфеев ВВ, Жолнерович ЕМ. Эмболотерапия в интервенционной радиологии. *Новости лучевой диагностики.* 1998; 2:28-29.
31. Щеглов ДВ, Загородний ВН, Мамедов ДГ, Улутабанча ХЭ. Технические аспекты эндоваскулярной эмболизации обильноvascularизованных опухолей интра- и экстракраниальной локализации и шеи. *Український неврологічний журнал.* 2013; 2:83-87.
32. Scheglov DV, Zagorodniy VN, Mammadov JG, Ulutabanca HE. Technical aspects of endovascular embolization of hypervascular tumors of intra-, extracranial and neck localization. *Ukrainian neurosurgical journal.* 2012; 2:83-87. (Russian).
33. Bendszus M, Klein R, Burger R [et al.]. Efficacy of trisacryl gelatin microspheres versus polyvinyl alcohol particles in the preoperative embolization of meningiomas. *Am. J. Neuroradiol.* 2000; 21:255-261. PMID: 10696005.
34. Beaujeux R, Laurent A, Wassef M [et al.]. Trisacryl gelatin microspheres for therapeutic embolizations II: preliminary clinical evaluation in tumors and arteriovenous malformations. *Am. J. Neuroradiol.* 1996; 17:541-549. PMID: 8881251.
35. Horak D [et al.]. Poly(HEMA)based embolic material in endovascular surgery of liver. *Polymer in medicine.* 2002; 32(3-4):48–62. PMID: 12677651.
36. Koverzanova E, Usachev S, Gumargaliev K, Kokov L. Possibility of using embolizing preparation derived from poly(2hydroxyethyl methacrylate) (polyHEMA) for chemoembolization. *Chemistry & Chemical Technology.* 2009; 3(1):73–76. (Russian).
37. Iwamoto S, Takao S, Nose H, Otomi Y, Takahashi M, Nishisho T [et al.]. Usefulness of transcatheter arterial embolization prior to excision of hypervascular musculoskeletal tumors. *J Med Invest.* 2012; 59(3-4):284-8. DOI: 10.2152/jmi.59.284.
38. Basile A, Rand T, Lomoschitz F [et al.]. Trisacryl gelatin microspheres versus polyvinyl alcohol particles in the preoperative embolization of bone neoplasms. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2004; 27(5):495–502. DOI: 10.1007/s00270-003-0147-1.
39. Yamamoto A, Shigeki I, Makito K [et al.]. Evaluation of tris-acrylgelatin microsphere embolization with monochromatic x rays: comparison with polyvinyl alcohol particles. *J Vasc Interv Radiol.* 2006; 17:1797-802. DOI: 10.1097/01.RVI.0000243614.87529.b0.
40. Пятикоп ВА, Котляревский ЮА, Кутовой ИА [и др.]. Предоперационная эмболизация сосудов, кровоснабжающих первичные опухоли головного мозга. *Український нейрохірургічний журнал.* 2012; 3:14-19.
41. Pyatikop VA, Kotlyarevsky YA, Kutovoy IA [et al.]. Preoperative embolization of blood vessels supplying primary brain tumors. *Ukrainian neurosurgical journal.* 2012; 3:14-19. (Russian).
42. Ratasvuori M, Sillanpää N, Wedin R, Trovik C, Hansen BH, Laitinen M. Surgery of non-spinal skeletal metastases in renal cell carcinoma: no effect of preoperative embolization? *Acta Orthop.* 2016; 87:183-188. DOI: 10.3109/17453674.2015.1127726.
43. Sun S, Lang EV. Bone metastases from renal cell carcinoma: preoperative embolization. *J.Vasc Interv. Radiol.* 1998; 9:263-269. DOI: 10.1016/S1051-0443(98)70267-2.
44. Kim W, Han I, Jae HJ [et al.]. Preoperative embolization for bone metastasis from hepatocellular carcinoma. *Orthopedics.* 2015; 38:99–105. DOI: 10.3928/01477447-20150204-56.
45. Nima Omid-Fard, Charles G, Fisher, Manraj Ks Heran. The Evolution of Pre-Operative Spine Tumour Embolization. *Br. J. Radiol.* 2019; 92(1100):20180899. doi: 10.1259/bjr.20180899.
46. Stijn EW, Geraets P, Koen Bos Johan van der Stok. Preoperative embolization in surgical treatment of long bone metastasis: a systematic literature review. *EFORT Open Rev.* 2020; 29(1):17-25. doi: 10.1302/2058-5241.5.190013.
47. Bissler JJ, Racadio J, Donnelly LF, Johnson ND. Reduction of postembolization syndrome after ablation of renal angiomyolipoma. *Am.J.Kidney Dis.* 2002; 5:966-971. DOI: 10.1053/ajkd.2002.32770.
48. Ganguli S, Faintuch S, Salazar G, Rabkin D. Postembolization syndrome: changes in white blood cell counts immediately after uterine artery embolization. *JVIR.* 2008; 19(3):443-445. DOI: 10.1016/j.jvir.2007.11.021.
49. Хохриков ГИ, Миронов СП, Балберкин АВ, Самочатов ДН, Колондаев АФ. Применение артериальной эмболизации при опухолях и опухолеподобных заболеваниях опорно-двигательного аппарата. *Кремлевская медицина. Клинический вестник.* 2007; 1:74-77.
50. Khokhrikov GI, Mironov SP, Balberkin AV, Samochatov DN, Kolondaev AF. The use of arterial embolization in tumors and tumor-like diseases of the musculoskeletal system. *Kremlin medicine. Clinical Herald.* 2007; 1:74-77. (Russian).
51. Hemingway AP, Allison DJ. Complications of embolization: Analysis of 410 procedures. *Radiology.* 1988; 166(3):669-72. DOI: 10.1148/radiology.166.3.3340761.
52. Hare WS, Holland CJ. Paresis following internal iliac artery embolization. *Radiology.* 1983; 146(1):47-51. DOI: 10.1148/radiology.146.1.6849068.
53. Geraets SEW, Bos PK, van der Stok J. Preoperative embolization in surgical treatment of long bone metastasis: a systematic literature review. *EFORT Open Reviews,* 2020; 5(1):17–25. DOI: 10.1302/2058-5241.5.190013.
54. Manke CC, Bretschneider TT, Lenhart MM [et al.]. Spinal metastases from renal cell carcinoma: effect of pre-operative particle embolization on intraoperative blood loss. *AJNR Am J Neuroradiol* 2001; 22:997–1003. PMID: 11337348.
55. Griessenauer CJ, Salem M, Hendrix P, Foreman PM, Ogilvy CS, Thomas AJ. Preoperative embolization of spinal tumors. A systematic review and meta-analysis. *World Neurosurg.* 2016; 87:362-371. DOI: 10.1016/j.wneu.2015.11.064.
56. Pankaj Gupta, Shivanand Gamanagatti. Preoperative Transarterial Embolisation in Bone Tumors. *World J Radiol.* 2012; 28(5):186-92. DOI: 10.4329/wjr.v4i5.186.
57. Börüban S, Sancak T, Yildiz Y, Saglik Y. Embolization of benign and malignant bone and soft tissue tumors of the extremities. *Diagn Interv Radiol.* 2007; 13(3):164-71. PMID: 17846993.

## **Preoperative Transarterial Embolization of Malignant Tumors of the Extremities (Current State of the Problem) (Review)**

Solomitsyn Ye.O., Protsenko V.V.

SI "Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine", Kyiv

**Summary.** The article considers current issues of modern medicine, in particular the use of the method of transarterial embolization of blood vessels in the treatment of malignant tumors of the extremities. The purpose, indications, technical features and materials used for its implementation, as well as contraindications and complications are highlighted. Its efficiency in preparation of the patient for a surgery of musculoskeletal malignant tumor is considered. Analysis of the modern domestic and foreign literature shows that now indications for use of this method expand, and technical possibilities of the equipment and physical and chemical properties of materials improve. The issues of further study and development of the problem are outlined.

**Key words:** review; transarterial embolization (TAE); malignant tumors of the extremities; soft tissue sarcomas; metastatic lesions; surgical vascular occlusion.

## **Предоперационная трансартериальная эмболизация злокачественных опухолей конечностей (современное состояние проблемы) (Обзор)**

Солоницын Е.А., Проценко В.В.

ГУ "Институт травматологии и ортопедии НАМН Украины", г. Киев

**Резюме.** В статье рассмотрена актуальная проблема современной медицины, в частности применение метода трансартериальной эмболизации сосудов при лечении злокачественных опухолей конечностей. Освещены цели, показания, технические особенности и материалы, которые применяются для ее проведения, а также противопоказания и осложнения. Рассмотрена эффективность метода при подготовке пациента к оперативному вмешательству по поводу злокачественной опухоли мышечно-скелетной системы. При анализе современной отечественной и иностранной литературы выяснено, что в настоящее время расширяются показания для использования данного метода, совершенствуются технические возможности оборудования и физико-химические свойства материалов. Очерчены вопросы дальнейшего изучения и решения данной проблемы.

**Ключевые слова:** обзор; трансартериальная эмболизация (ТАЭ); злокачественные опухоли конечностей; саркомы мягких тканей; метастатические поражения; хирургическая сосудистая окклюзия.

### **Відомості про авторів:**

Солоницын Евгений Олегович – кандидат медицинских наук, лікар ортопед-травматолог відділу хірургії хребта зі спінальним (нейрохірургічним) центром ДУ "Інститут травматології та ортопедії НАМН України", вул. Бульварно-Кудрявська, 27, Київ, 01601, Україна. Тел. +38(050)9342881. E-mail: eugenio.solomitsyn@gmail.com. ORCID: 0000 0001 7057 1405.

Проценко Володимир Вікторович – доктор медицинских наук, професор, провідний науковий співробітник відділу патології стопи та складного протезування ДУ "Інститут травматології та ортопедії НАМН України", вул. Бульварно-Кудрявська, 27, Київ, 01601, Україна. Тел. +38(050)3803781. E-mail: ip15@ukr.net. ORCID: 0000 0001 8896 8371.

### **Information about authors:**

Solomitsyn Yevgen Oleksiiouych – Ph.D. in Medicine, orthopedic traumatologist at the Department of Spine Surgery with Spinal (Neurosurgical) Center, SI "Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine", 27 Bulvarno-Kudriavska St., Kyiv, 01601, Ukraine. E-mail: eugenio.solomitsyn@gmail.com. Tel. +38(050)9342881. ORCID: 0000 0001 7057 1405.

Protsenko Volodymyr Viktorouych – D.Med.Sc., professor, leading researcher at the Department of Foot Pathology and Complex Prosthetics, SI "Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine", 27 Bulvarno-Kudriavska St., Kyiv, 01601, Ukraine. E-mail: ip15@ukr.net. Tel. +38(050)3803781. ORCID: 0000 0001 8896 8371.

### **Сведения об авторах:**

Солоницын Евгений Алексеевич – кандидат медицинских наук, доктор ортопед-травматолог отдела хирургии спины со спинальным (нейрохирургическим) центром ГУ "Институт травматологии и ортопедии НАМН Украины", ул. Бульварно-Кудряв-

ская, 27, Киев, 01601, Украина. Тел. +38(050)9342881. E-mail: eugenio.solonitsyn@gmail.com. ORCID: 0000 0001 7057 1405.

Проценко Владимир Викторович – доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела патологии стопы и сложного протезирования ДУ “Институт травматологии и ортопедии НАМН Украины”, ул. Бульварно-Кудрявская, 27, Киев, 01601, Украина. Тел. +38(050)3803781. E-mail: ip15@ukr.net. ORCID: 0000 0001 8896 8371.

**Для кореспонденції: Проценко Володимир Вікторович**, вул. Бульварно-Кудрявська, 27, Київ, 01601, Україна. Тел. +38(050)3803781. E-mail: **ip15@ukr.net**.

**For correspondence: Protsenko Volodymyr V.**, 27 Bulvarno-Kudriavska St., Kyiv, 01601, Ukraine. Tel. +38(050)3803781. E-mail: **ip15@ukr.net**.

**Для кореспонденции: Проценко Владимир Викторович**, ул. Бульварно-Кудрявская, 27, Киев, 01601, Украина. Тел. +38(050)3803781. E-mail: **ip15@ukr.net**.

УДК: 617.576-089(091)(477)

DOI: 10.37647/0132-2486-2020-105-2-75-82

## Development of Hand Surgery in Ukraine

Strafun S.S.<sup>1</sup>, Borzykh O.V.<sup>2</sup>, Kurimyi I.M.<sup>1</sup>, Ivchenko D.V.<sup>3</sup>, Bilyi S.I.<sup>4</sup>,  
Tymoshenko S.V.<sup>1</sup>, Lieskov V.H.<sup>1</sup>, Yarova M.L.<sup>1</sup>, Lysak A.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SI “Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine”, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>National Military Medical Clinical Center “Main Military Clinical Hospital”  
of the Ministry of Defense of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>3</sup>MNE “Emergency and Ambulance City Hospital”  
of Zaporizhzhia City Council, Zaporizhzhia, Ukraine

<sup>4</sup>MNE “City Clinical Hospital No 16” of the Dnipro City Council, Dnipro, Ukraine

**Summary.** During the period of rapid industrialization, there was a need to create a new approaches to treat hand injuries due to rapid development of metallurgical, mining and engineer industry, which were accompanied by a high level of injuries with a significant amount of disability in the second half of 20th century, in Donetsk, Dnipropetrovsk and Kharkiv regions. New stage in the development of hand surgery and microsurgery in Ukraine began in the 80's: the Department of Microsurgery and Reconstructive Surgery of the Upper Extremity under the direction of I. Antoniuk was opened on the basis of the SI “Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine” in Kyiv in 1982. Development of hand surgery in the western regions of Ukraine began in the 90's. In Lviv, on the initiative of O. Toropovskyi, on the basis of the City Hospital No 8, a Center of Microsurgery and Surgery of the Hand was created. In Zakarpattia (Uzhhorod) since 1997, on the initiative of V. Haiovich and A. Pogoriliak, microsurgery and hand surgery service was established, which is now under the care of the Combustiology Department. In Volyn (Lutsk), hand surgery service is transmitted to the initiative group, also working at the City Combustiology Center. In Ivano-Frankivsk, Chernivtsi, Ternopil and Rivne, initiative groups in the field of hand surgery service have been formed in the structure of orthopedics and traumatology departments. 2005 was marked by the opening of another center for surgery of the hand in Lubansk on the initiative of V. Ivchenko and under the guidance of V. Golovchenko, whose surgeons owned microsurgical equipment and provided highly skilled assistance to the population of this region. Ukrainian Hand Surgery Society (UHSS) was created in 2012, and led by Professor S. Strafun, as a result of collaboration of all hand surgery centers. In 2014, UHSS was accepted into the Federation of European Societies for the Surgery of the Hand (FESSH).

**Key words:** hand surgery; history of hand surgery; hand surgery in Ukraine.