

ПРОБЛЕМА ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ СОЛЕЙ СТАБИЛЬНОГО СТРОНЦИЯ НА ОРГАНИЗМ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Д.А. Судья, Д.О. Ластков

Донецкий национальный медицинский университет им. М.Горького

В литературе опубликованы данные о незначительных количествах стронция в организме животных и человека. Авторы описали [1] наличие стронция в стекловидном теле глаза коровы, в мозгу, в костном мозгу, сыворотке крови, костях собаки. В крови практически здоровых людей стронций был выявлен в количестве $1,56 \pm 0,13$ мг/золу [2]. По данным [3], стронций содержится в тканях здоровых людей, об этом же сообщают [4]. Рядом авторов подчеркивается преимущественное накопление стронция в костной ткани [5], что указывает на особенности всасывания, распределения и накопления стронция в костях и тканях, а также выведения его из организма. Хроническое введение стронция кроликам через рот, по данным [6], в костной ткани накапливается 92% всего обнаруженного в организме изотопа стронция. Стронций [7,8] прочно фиксируется в скелете с периодом полувыведения 352. По данным [9], стронций всасывается через неповрежденную кожу крыс и фиксируется в скелете – подобные данные содержатся в сообщениях [10], а также [11]. Об изменениях кожи при втирании стронций содержащего крема сообщает [12]. По данным [13,14], введение радиоактивного стронция самкам в период беременности и лактации ведет к резкому увеличению его содержания в организме.

Высказано предположение, что стронций в организме является спутником кальция. Стронций и кальций имеют довольно близкие радиусы, сходные химические свойства, поэтому они могут замещать друг друга в кристаллической решетке кости. В работе [15] показано, что для правильного понимания закономерностей стронция и кальция в биологическом ряду необходимо учитывать роль воды, так как относительное содержание стронция по отношению к кальцию уменьшается при переходе этих элементов от источника их поступления к растениям и животным. На основании изучения закономерностей метаболизма стронция известно, что он, как и кальций, поступает в клетки слизистой примерно с одинаковой скоростью, а обратное выведение кальция происходит быстрее [16].

Общеизвестно, что существуют различия в переходе ионов Са и Sr через биологические мембраны. Такая дискриминация наблюдается при переходе этих ионов через стенку кишечника и при реабсорбции в почечных канальцах. Если имеется дискриминация стронция, то следует ожидать, что она возрастает с увеличением вводимого кальция [17]. Повышенное поступление кальция в рацион снижает усвоение и улучшает выведение Sr из организма экспериментальных животных. Данные, относящиеся к человеку, свидетельствуют о снижении усвоения стронция и уменьшения его накопления в костной ткани при дополнительном поступлении кальция. [18]. При повышении резорбции кальция в кишечнике повышается его уровень в крови. Повышение уровня лимонной кислоты, понижение фосфора усиливает всасывание кальция и при постоянном содержании кальция снижается желудочно–кишечное всасывание стронция. Изучая обмен стронция и кальция, пришли к выводу, что «нулевой» баланс стабильного стронция обеспечивается при поступлении кальция в количестве 600–700 мг в сутки.

Определенное значение имеет сопоставление [19] биологического действия, обусловленного химическими свойствами радиоактивного и стабильного стронция. Весьма интересным является сообщение [20], отмечающее одинаковую закономерность накопления радиоактивного стронция и стабильного стронция. Ряд авторов указывают на способность стабильного стронция повышать экскрецию радиоактивного через почки и оптимальной для этих целей дозу в 600 мг/кг массы тела. Принцип основан на разном проникновении указанных изотопов в организм, значение имеет также путь введения; по сравнению с пероральным, предпочтительнее оказался внутривенный [21].

Значительный интерес представляет исследование токсичности хлористого стронция. Есть описание [22], что затравка животных в хроническом эксперименте проводилась на фоне достаточных количеств кальция, магния, фосфора, витамина D, тем не менее выявлены

значительные сдвиги в ряде функциональных систем.

В работе [23] отмечено внешнее уродство жителей берегов речки Уровой в Восточной Сибири. Позднее [24] приведена характеристика уровских биогеохимических провинций и указано на избыток в воде этого региона растворимых солей стронция, что объясняет развитие вышеуказанной патологии. Стабильный стронций способен оказывать различное влияние на минеральный обмен в зависимости от того, как длительно и в каких количествах этот элемент поступает в организм [25]. Длительное поступление повышенных количеств стабильного стронция (например, в районах биогеохимических стронциевых эндемий) приводит к резким нарушениям минерального обмена вплоть до развития у животных «стронциевого рахита». Поступление стронция в организм животных приводило к уменьшению прибавки веса, замедлению роста большеберцовой кости в длину. Гистологически и радиографически выявлена дезорганизация хрящевых столбиков с неправильным расположением в них хрящевых клеток, размеры последних были значительно уменьшены [26].

По данным [27], различные соли стронция (карбонат, хлорид, нитрат) незначительно отличаются в токсикологическом отношении, ведущим в развитии характера и особенностей патологического процесса является ион стронция. Представлены также данные о токсичности хлористого стронция [28]: у животных отмечено повышение веса щитовидной железы, уменьшение веса гипофиза, снижение содержания гликогена в печени, увеличение массы почек и надпочечников. Все это может свидетельствовать об определенном тропизме стронция к ряду органов, оказавшихся токсической мишенью. Четко проявляется и местное действие соединений стронция: азотнокислый и хлористый стронций обладают выраженным раздражающим действием на кожные покровы, слизистые оболочки, а гидрид стронция действует и на слизистые оболочки глаза. Различие между острым и хроническим экспериментом выразилось в интенсивности токсических изменений.

Согласно данным [29] установлено, что хлористый стронций, введенный экспериментальным животным, вызывает снижение сократительной способности миокарда, снижение кровяного давления. По данным [30], четко проявляется и местное действие соединений стронция: азотнокислый и хлористый стронций обладают выраженным раздражающим действием на кожные покровы, слабо выраженным на слизистые оболочки, гидрид

стронция оказывает выраженное действие на слизистые оболочки глаза. На особо токсичные свойства хромовокислого стронция обращено внимание в работе [31].

Изменения, наступающие в организме животных при острой интоксикации нитритом стронция, авторы [32] считают патогномичными для данной патологии. По их данным, на вскрытии при острой интоксикации нитритом стронция обнаруживается: в желудочках сердца жидкая кровь и сгустки фибрина, печень увеличена, переполнена кровью, почки гиперемированы, селезенка увеличена, на разрезе полнокровна. При гистологическом исследовании в легких явления полнокровия. В клетках печени картина зернистой дистрофии. Эпителий извитых канальцев почки набухший, в состоянии зернистой дистрофии. Белковые массы обнаруживаются также в просветах канальцев. Ядра эпителиальных клеток частью неразличимы. Фолликулярный аппарат селезенки частично редуцирован. Местами в центре фолликулов явления гиперплазии и эндотелиоза. Центральные артерии со слегка утолщенными стенками. При хроническом отравлении стронцием наблюдался лейкоцитоз (в первые 2–3 месяца лимфоцитоз, в дальнейшем нейтрофилез). В условиях хронического опыта, наряду с выраженными дистрофическими изменениями (белковая и жировая дистрофия), в паренхиматозных органах отмечались тяжелые расстройства кровообращения. Наблюдалось также развитие эндокардита с базофилией, деструкцией коллагеновой основы клапанов с клеточной воспалительной инфильтрацией последних. В ходе эксперимента у подопытных крыс [33] отметили прожорливость: животные поедали не только корм, но и более слабых животных, что было обусловлено нарушением процессов всасывания питательных веществ и недостатком кальция в организме.

В доступной литературе некоторые работы указывают на морфологические изменения в органах животных, в результате токсического действия солей стронция [34,30,35]. К тому же в приведенных работах развившиеся морфологические изменения охарактеризованы лишь в общих чертах, без применения гистохимических методов исследования и детального клинико–морфологического анализа острого, подострого и хронического течения интоксикации. В отличие от предыдущих исследований широкое освещение экспериментальных данных приведено в работе [36]. Автор указывает на значительные морфологические и гистохимические изменения в органах и тканях при интоксикации солями стронция. В остром опыте обнаружены изменения двух

видов: расстройство кровообращения в микроциркуляторном русле, выражающиеся в престаза, стаза, периваскулярных кровоизлияниях, выходе плазменных белков в стенку сосудов и окружающую ткань с появлением кислых глюкозаминов в очагах ишемии. В строме — дистрофические и некробиотические изменения со стороны гепатоцитов, отмечено также чередование участков ишемии с участками полнокровия. При гистологическом исследовании миокарда, печени, почек выявлялись изменения, как в паренхиме, так и в строме. Капилляры имели извилистый ход, просвет их сужен, заполнен слушными эндотелиальными клетками, стенки артериол утолщены. Эластические волокна в них толстые, местами пропитаны белкам (плазморрагия).

Значительные изменения отмечены и в лимфатической системе. Обнаруженные изменения в строме органов связаны с повышенной проницаемостью микроциркуляторного русла, вызванного, по мнению автора, токсическим действием солей стронция. Возникшие склеротические изменения в микроциркуляторном русле сопровождались нарушением обмена веществ и способствовали возникновению дистрофических изменений в клетках паренхиматозных органов, особенно высокодифференцированных: гепатоцитах, миокардиоцитах, эпителии паренхиматозных органов, в которых развивается, главным образом, белковая дистрофия — зернистая и гиалиново-капельная. В препаратах, обработанных Суданом III и IV определялись: мелкокапельная жировая дистрофия в клетках печени, в эпителии канальцев почек и пылевидная дистрофия в миокардиоцитах.

При длительном действии солей стронция в подостром и хроническом эксперименте четко были обозначены наиболее ранимые органы. В печени обнаружены дистрофические (зернистая, гиалиново-капельная, жировая) и атрофические изменения в паренхиме. Кроме того, отмечено снижение окислительно — восстановительных процессов, уменьшение количества гликогена в миокардиоцитах, снижение фосфатаз (щелочной и кислой). В приведенной работе заслуживают внимания также обнаруженные изменения в костях. Они определялись как в трубчатых, так и губчатых костях, в последних они были более выражены. В трубчатых костях изменения были очаговыми, более крупными и постоянными, определялись преимущественно в эпифизарных и диафизарных отделах костей и в меньшей степени в области метафиза, где истончался кортикальный слой и костные балки. В трубчатых костях наряду с истончением кортикального

слоя расширялась костномозговая полость (эксцентричная атрофия). В губчатом веществе расширялись Гаверсовы каналы (околосудистое пространство), уменьшалось количество костных балок.

Отмечены также изменения в таламической и гипоталамической области мозга в остром и подостром эксперименте в виде нарушений кровообращения — престаза, стаза, окологлеточного и околосудистого отека. В нервных клетках выявлены дистрофические изменения: клетки округлены, ядра набухшие, бледные, в цитоплазме имелись вакуоли (гидропическая дистрофия). Обнаруженные изменения в нервной системе животных, получавших хлористый стронций (как в остром, так и хроническом опыте), локализовались, главным образом, в межучасточном мозге, а также в гипофизе, где обнаружены атрофические процессы в гормонально активных клетках передней доли, соответственно снижение и гормональной функции (при перестройке и запуске синусоидных сосудов). В хроническом опыте автор сообщает о выраженных изменениях, носящих характер дистрофических и некробиотических процессов. Одновременно отмечены компенсаторно — приспособительные, гиперпластические нарушения с появлением инфильтратов из иммунокомпетентных клеток. Все это свидетельствовало о тропизме солей стронция к веществу диэнцефальной области мозга, а также к гипофизу и эндокринной системе.

Исследования [37] показали, что при поглощении иона стронция саркоплазматическим ретикулом в миокарде при температуре +20°C наступает замедление восстановления межклеточных связей, обусловленных повреждением активности межклеточного кальция. Электрические связи между соединениями клеток Пуркиньи значительно снижались. Согласно хемии-осмотической теории Митчела, ряд агентов способны разобщать окислительное фосфорилирование, растворяясь в липидах, поглощаясь липидами мембраны митохондрий. Такие вещества, по мнению [38], действуют как переносчики протонов, уравнивая их концентрации по обе стороны мембран и нарушая градиент Ph, необходимый для биосинтеза АТФ.

При аккумуляции иона стронция в митохондрии печени резко возрастает проницаемость мембран митохондрий, что происходит, вероятно, после первоначального выброса H. Некоторые авторы [39] полагают, что указанные условия являются основой нарушения процессов энергообеспечения.

В литературе есть сведения [40] о способности солей стронция повышать диурез за счет расширения сосудов почек, что согласуется с приведенными морфологическими данными. Было отмечено увеличение клубочков в размерах, сосудистая петля не расширена, артерии и артериолы межпочечной ткани расширены.

На гистологическую и гистохимическую структуру костной ткани оказывает влияние введение стабильного стронция, а также на изменения щитовидной железы при дефиците кальция [41].

Соли стронция способны влиять на углеводный обмен [42], а также на изменения каталазы крови. Некоторые авторы [43] считают, что длительное введение нитрата стронция в максимальных дозах является активатором крови животных. Соли стронция способны влиять на содержание в крови некоторых органических кислот [44], а различные дозы микроэлемента стронция влияют на активность угольной ангидразы [45,46].

В литературе нашла свое отражение способность ионов стронция (Sr) влиять на основные реакции свертывания крови [47]. Другие авторы [48] считают, хотя ионы стронция ускоряют все три реакции свертывания крови, но они неэффективны как заместитель кальция при образовании аутопротромбина С, ибо в присутствии Sr формировался неактивный протромбин, тем не менее Sr эффективен при формировании тромбина. По данным [49], Sr способен проникать внутрь тромбоцита. Об ингибирующих свойствах стронция по отношению к лимфоцитам сообщает [50]. В связи с тем, что внутриплазматические гранулы лимфоцитов весьма сходны с субпопуляцией одноядерных клеток, содержащих НК эффекторы, то последние также могут подвергаться ингибирующему действию ионов стронция.

В эксперименте воздействие солей стабильного стронция отражено в работе [30]. Автор изучал не только токсические свойства солей стронция, но и проблемы гигиены труда в производстве солей стронция. Он также рекомендовал их ПДК ($6\text{мг}/\text{м}^3$) в воздухе производственных помещений. Соединения стронция [51] могут образовывать аэрозоли и, в таком виде попадая в организм, оказывать неблагоприятное воздействие.

Наиболее полно влияние солей стронция на организм человека отражено в работе [36]. Автор на основании клинических исследований указывает на наиболее ранимые органы и системы при хронической интоксикации солями стабильного стронция (у лиц, занятых в его производстве). Изменения со стороны

внутренних органов: нарушения в бронхо – легочной системе, дыхательная недостаточность у 75% обследованных соответствовала рестриктивному типу нарушения вентиляции I степени, при этом в нормальных пределах оставалась проба Вотчала–Тифно. По данным пневмотахометрии (ПТМ), у 28% обследованных показатели были ниже нормы на 18–23%. Смешанный тип дыхательной недостаточности II ст. выявлен у 15% рабочих. Отмечено также вторичное вовлечение сердечно – сосудистой системы в патологический процесс: повышение систолического давления в легочной артерии до 35 мм рт. ст., гипертрофия правого желудочка с признаками перегрузки правого сердца.

Об особенностях функции сердца у рабочих производства солей стронция сообщают [52]. Клинически [36] выявлены нарушения в печени, а также четкая гиперферментемия органоспецифических ферментов печени (АДГ, Ф–1–Ф–альдолаза, аргиназа) с тенденцией к неуклонному росту; в липограмме повышенное содержание холестерина, триглицеридов, липопротеидов, снижение содержания общего белка, в сыворотке крови, выраженная гипоальбуминемия и гипергаммоглобулинемия, что свидетельствовало о явном снижении транспортной и протеиносинтетической функции печени.

Некоторые авторы сообщают о влиянии эндокринного фактора на развитие адаптивных реакций организма при хронической интоксикации солями стронция [53,54]. В эксперименте [55] при воздействии стабильного стронция отмечено влияние на костный мозг со снижением нейтрофильного ряда. О перспективе лечения остеопороза низкодозированным фтором и стронцием указано в обзоре [56]. В эксперименте [57] отмечен анаболический эффект при введении солей стронция, при этом улучшается микроархитектура и сохраняются свойства ткани в остеопоретической кости (увеличивается прочность, объем губчатой кости). На основании сродства солей стронция и кальция в клинике остеопороза нашли применение ряд стронцийсодержащих препаратов. О достаточном терапевтическом эффекте ранелата стронция сообщают [58]. О применении стронция– 89 хлорида при метастатических процессах в костях указывают ряд авторов [59,60]. Системная радиотерапия (РНТ) хлоридом стронция 89 является эффективным методом лечения болевого синдрома при метастазах в кости различных злокачественных опухолей (рака молочной железы, предстательной железы и других локализаций).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Войнар А.О.* К биохимии стронция и бария / А.О. Войнар, Л.Н. Лазовская // Биохимия. – 1942, – Т.7., вып. 5–6. – С. 244–254.
2. *Скокий П.Г.* Содержание бария, стронция и циркония в крови и спинномозговой жидкости здоровых и больных некоторыми неврологическими заболеваниями / П.Г. Скокий, В.М. Шевага // Врач. Дело. – 1972. – №10. – С.120–122.
3. *Тимакин Н.П.* Содержание стронция, алюминия в плазме и эритроцитах у здоровых людей по данным спектрального анализа / Н.П. Тимакин, Е.Д. Гольдберг, Г.Н. Малютина, Е.А. Петраковская // Лаб. дело – 1969 – №5. – С. 280–281.
4. *Ноздрюхина Л.Р.* Иммунопатология: Микроэлементы: Атеросклероз / Л.Р. Ноздрюхина, Н.И. Семенович, П.Н. Юренев – Наука, 19. – С.273.
5. *Добрякова Г.В.* Взаимоотношения стронция и кальция при переходе их из рациона в скелет собак / Г.В. Добрякова, И.Я. Панченко, А.П. Поваляев // Радиобиология. – 1965. – №4. – С.625–6.
6. *Бурыкина Л.Н.* Переход стронция-90 от матери к потомству через плаценту и молоко / Л.Н. Бурыкина // Радиоактивные изотопы и организм. – М., 1969. – С.42–51.
7. *Scorina J.C.* Effects of oral supplementation with stable strontium / J.C. Scorina // Canad. Med. Ass. J. – 1991. – Vol.125, №7. – P.703–713
8. *Любашевский Н.М.* К вопросу о механизме влияния высокого уровня кальция на усвоение скелетом стронция-90 / Н.М. Любашевский // Свердловский мед. ин-т: Науч. сессия, 30–я: Материалы. – Свердловск, 1968. – С.192–192.
9. *Будко Л.Н.* Всасывание стронция через неповрежденную кожу крыс / Л.Н. Будко // Распределение, биологическое действие и миграция радиоактивных изотопов. – М., 1961. – С.87–89.
10. *Рубановская А.А.* Влияние пектина на всасывание радиоактивного стронция из желудочно-кишечного тракта в эксперименте / А.А. Рубановская // Гигиена и санитария. – 1961. – №4. – С.43–47.
11. *Jacobson N., Alfheim I., Jonsen J.* Nickel and Strontium Distribution in some mouse tissues: Passage through placenta and mammary glands / N. Jacobson, I. Alfheim, J. Jonsen // Res. Commun. Chem. Path. Pharmacol. – 1978. – Vol.20, №3. – P.571–584.
12. *Powis S.J.* Preoperative skin preparation: clinical evaluation of depilatory cream / S.J. Powis, T.A. Waterworth, D.G. Arkell // Brit. med. J. – 1976. – Vol.2, 76045. – P.1166–1168.
13. *Куликова В.Г.* О передаче стронция-90 самкам крыс детенышам / В.Г. Куликова // Докл. АН СССР. – 1960. – Е.131, №6. – С.1433–1436.
14. *Куликова В. Г.* О передаче радиоактивного стронция самками крыс детенышам / В.Г. Куликова, Н.В. Тимофеев – Рессовский // Труды ин-та биологии. Свердловск, 1965. – Вып.45. – С.127–136.
15. *Литовченко Г.Д.* Исследование перехода стронция и кальция в биологическом ряду от почв к растениям и животным / Г.Д. Литовченко, С.Х. Шипицын // Журн. Общей биол. – 1959. – №4. – С.3.
16. *Комар С.Л.* Некоторые основные закономерности метаболизма стронция: Значение, применение, параметры / С.Л. Комар // Метаболизм стронция: пер. с англ. – М. – С. 9–26
17. *Шимис Дж.* Сравнение всасывания, выделения и отложения стронция в скелете Са-45 и Sr-85 / Дж. Шимис, Д.А. Смит, Е.С. Нордин, Л. Беркеншоу // Метаболизм стронция: пер. с англ. – М., 1972. – С.145–156.
18. *Дубровина З.В.* К вопросу об обмене стронция и кальция у человека / З.В. Дубровина, И.А. Сарапульцев // Гигиена и санитария. – 1967. – №4. – С. 43–46.
19. *Лебедев В.М.* К вопросу о метаболизме стронция-90 и стронция стабильного у крыс в зависимости от их возраста / В.М. Лебедев, В.Л. Шведов // Радиоактивные изотопы и организм. – М., 1968. – С. 35–38.
20. Effect of orally and intravenously administered stable strontium on strontium-90 metabolism in man / H. Spenser, J. Samachson, E.P. Nardin, J. Rivera // Radiat. Res. – 1972. – vol.51, P.190–203.
21. Short-term toxicity of strontium chloride in rats / R. Kroes, E.M. den Tonkelaar, A. Minderhoud [et al.] // Toxicology. – 1977. – Vol.7, №1. – P.11–21
22. *Спенсер Г.* Влияние диеты и гормональных факторов на метаболизм радиоактивного стронция у человека / Г. Спенсер, И. Левин, Дж. Самахсон // Метаболизм стронция: Пер. с англ. – М., 1971. – С.102–124.
23. *Юренский И.М.* Об уродливости жителей берегов реки Урой в Восточной Сибири / И.М. Юренский // Труды Вольного экономического общества. – М., 1849. – С.102–124.
24. *Хоботьев В.Г.* Некоторые материалы к характеристике уровских биогеохимических провинций / В.Г. Хоботьев // Труды биогеохимической лаборатории. – М. 1960. – Т.10. – С.162–172.
25. *Левина Л.И.* О расширении номограммы Бернштейна для определения давления в легочной артерии / Л.И. Левина // Врач. Дело. – 1974., №8. – С.19–22.
26. *Назаренко А.Ф.* Морфологические и гистохимические реакции в костной ткани при введении стабильного стронция с питьевой водой / А.Ф. Назаренко // Институт общей и коммунальной гигиены: Конф. Молодых ученых: Материалы. М., 1969. – С.14–15.
27. *Медникян Г.А.* К фармакологии хлористого стронция / Г.А. Медникян, Б.Г. Винникова // Фармакол. и токсикол. – 1954. – Т.1., №3. – С.43–46
28. *Малкина Р.М.* Влияние различных солей кальция в рационе на отложение стронция-90 в костях крыс / Р.М. Малкина, С.М. Пучкова // Гигиена и санитария., 1965. – №9. – С.41–45.
29. *Красновская Е.А.* Влияние нитрата стронция на выделительную функцию почек / Е.А. Красновская // Труды Харьк. Мед. Ин-та. – Харьков, 1968. – Вып.78. – С.72–76.
30. *Зюзюкин Ю.В.* К вопросу о токсических свойствах стронция при ингаляционном введении / Ю.В. Зюзюкин // Гигиена и санитария. – 1976. – №8. – С.99–100.
31. *Шубочкин Л.Н.* Токсические свойства хромовокислого стронция / Л.Н. Шубочкин, Ю.И. Походзей // Гигиена и санитария. – 1980. – №10, С.76–77.
32. *Красновская Е.А.* К токсикологии нитрата стронция / Е.А. Красновская, А.С. Налбат, Н.С. Харченко // Труды Харьк. мед. ин-та. – Харьков, 1968. Вып.78. – С.72–76
33. *Одинец Р.Н.* Содержание стронция и бария в кормах и воде, распределение и обмен их в организме животных / Р.Н. Одинец, Г.М. Сташенко // Изв. АН Киргизской ССР. Сер. биология – 1959. – Т.1 №1. – С.119–125.
34. *Тарасенко Н.Ю.* Сравнительная токсичность фторидов щелочно-земельных металлов / Н.Ю. Тарасенко, О.Я. Попова // Сборник науч. трудов Харьк. Мед. Ин-та, 1975. – Вып.124. – С.19–24
35. *Динкелис С.С.* К вопросу о гигиенической оценке целестиновой пыли / С.С. Динкелис, И.Н. Шаров // Труды Тагж. Мед. Ин-та, 1959. – Т.35. – С.17–21.
36. *Заславская А.Г.* Действие солей стабильного стронция на организм (гигиенические, токсикологические и клинические аспекты). / А.Г. Заславская, 1987. Донецк. Докт. Дисс.
37. *De Mello.* Effect of intracellular injection of calcium and strontium on cell communication in heart / De Mello. // J. Physiol. (Lond). – 1975. – Vol.250. – P.231–245.
38. *Ленинджер А.* Биохимия: Молекулярные основы структуры и функции клетки / А. Ленинджер [пер. с англ.] – М.: Мир, 1974. С.471.
39. *Ташмухамедов Б.А.* Колебательный характер выброса Н из митохондрий при аккумуляции стронция / Б.А. Ташмухамедов, А.И. Гагельгенс // Биофизика. – 1970. – Т.15., вып.3. – С. 443–446.

40. *Прейс М.К.* К вопросу о терапевтическом действии солей стронция при нефритах. //Тр.Моск. о-ва рус. Врачей.—М., 1987.—№11.—С.262.
41. *Осинцова В.П.* Гистологические и гистохимические реакции костной ткани на введение стабильного стронция / В.П. Осинцова, Т.И. Бонащевская, А.С. Колтунова //Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине. Улан-Удэ.1968.—С.680—684.
42. *Бернштейн Ф.Я.* К вопросу о влиянии солей стронция на углеводный обмен в организме животных / Ф.Я. Бернштейн // Докл. АН БССР.—1961.— Т.6.— №7.— С.462—465.
43. *Свинцова В.К.* Влияние различных доз микроэлемента стронция на активность угольной ангидразы у животных / В.К. Свинцова, Р.Н. Каримова //Здравоохр. Туркменистана.— 1971.— №3.С.12—12.
44. *Исаева Т.М.* Влияние стронция и бериллия на содержание некоторых органических кислот в крови у кроликов // Биологически активные вещества в растениеводстве, животноводстве медицине / Т.М. Исаева, Б.В. Левочкин.— Саратов,1975.—С.121—124.
45. *Ньюман У.Ф.* Минеральный обмен кости / У.Ф. Ньюман, М.В. Ньюман [пер. с англ.]—М.:Изд-во иностр. Лит., 1961.—270с.
46. *Венчиков А.И.* Микроэлементы и их роль в норме и патологии / А.И. Венчиков // Клин. Мед.—1960.—Т.38.№6.— С.6—11
47. *Sakuragawa N.* Some effects of calcium and strontium ions on three basic reaction of blood coagulation / N. Sakuragawa, Mc Coy, W.H. Seegers //Trombos.Diathes.Haemorrh. (Stuttg.).— 1972.— Vol,27, №2.—P.234—240.
48. The effects of strontium and calcium ions on 5—hydroxytryptamine secretion and Thromboxane B2 biosynthesis in washed human platelets / A. Bone, L.O. Best, P.B. Yones [et al.] //Biochem. Soc.Trans.—1980.—Vol. 8, №5.—P.530—531.
49. *Foreman J.C.* Strontium ions as a probe for the role of alkaline—earth metal ions in histamine secretion / J.C. Foreman, M.B. Hallet, J.L. Mengar // Biochem. Soc. Trans.—1977.— Vol,5, №4.—P.879—883.
50. *Neighboor P.A.* Sr induced inhibition of human natural killer(NK) cell-mediated cytotoxicity / P.A. Neighboor, H.S. Huberman //J.Immunol.—1982.—№3—P.1236—1240.
51. *Шумаев В.Д.* Влияние стабильного стронция на уровень кальция, меди и нуклеиновых кислот в крови подопытных животных / В.Д. Шумаев, В.А. Гребенщикова, Н.С. Лившиц //Казахский ин-т эпидемиологии, микробиологии и гигиены: Науч.—практ. Конф.,7—я и конф. Врачей Северного Казахстана:Материалы.—1966.—С.188—190.
52. *Шухнин Е.С.* Особенности функции сердца у рабочих производства солей стронция / Е.С. Шухнин, А.Г. Заславская, О.А. Пятак //Врачеб. Дело.—1978.—№6.—С.29—30.
53. *Пятак О.А.* Состояние сердечно—сосудистой системы в клинике и эксперименте при хроническом воздействии солей стронция / О.А. Пятак, Н.Ф. Иваницкая, А.Г. Заславская—М.1981.—Деп. во ВНИИМИ, Д—4096.
54. *Пятак О.А.* Значение нейроэндокринных механизмов в развитии адаптивных реакций в организме при хронической интоксикации хлористым стронцием / О.А. Пятак, Н.Ф. Иваницкая, Е.В. Иваницкая, А.Г. Заславская // Физиология экстремальных состояний и индивидуальная защита человека:Всесоюз. Конф.—М.,1982.—С.508—509.
55. *Pino M.V., Hehn F.F., Picrerelli J.A.* Exp. Lang Res, 1990,Nov—Dec(6), 671—89.
56. *Aaseth J.* Osteoporosis and trace element— an overview / J. Aaseth, G. Boivin, O. Andersen. J.Trace // Elem.Med. Biol. 2012, Jun 26(2—3)
57. *Zhaoyang Li.* Biol. Trace Elem. Res / Li Zhaoyang, Songlin Peng, Haoto Pan [et al.], 2012., January 145(1) 39 — 46.
58. *Водянова О.В.* Опыт применения стронция рanelата в комплексной терапии постменопаузального остеопороза / О.В. Водянова, А.П. Шепелькович, Н.А. Васильева// Журнал «Медицинские новости» Архив;7., 2011.
59. *Краснова Э.В.* Возможности стронция—89 хлорида в комплексной терапии костных метастазов: автореф. дисс. на соискание ученой степени кандидата мед. наук. Э.В. Рыжков. — Обнинск 2000, 23 с.
60. *Рыжков А.Д.* Современная тактика системной радиотерапии хлоридом стронция—89 в комплексном лечении больных с метастатическим поражением костей: дисс. докт. А.Д. Рыжков. — 2009. — Москва.

Надійшла до редакції 25.04.2013 р.