

Тестирование дентальных имплантатов.

Л. Н. Гурфинкель,
врач-стоматолог высшей категории, член
секции дентальной имплантологии СтАР,
заслуженный изобретатель РФ, научный
консультант Инновационного
стоматологического центра «НАНО-ДЕНТ»,
г. Москва

Р. М. Гизатуллин,
врач-стоматолог высшей категории, главный
врач Инновационного стоматологического
центра «НАНО-ДЕНТ», г. Москва

Проведению тестирования дентоимплантатов предшествовало определение разницы в поведении природных зубов и имплантатов. Зуб в десне как элемент механической системы, обеспечивающей откусывание и пережевывание пищи, имеет пять степеней свободы, поскольку не закреплён жёстко, а имеет возможность перемещений по оси x и y , а также повороты относительно всех трёх осей. Перемещение по оси z невозможно, так как это означает удаление зуба. Схема координатных осей и степеней свободы показана на рисунке 1.

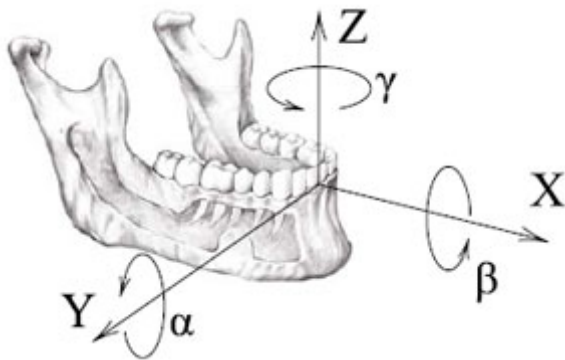


Рис. 1. Картина возможных перемещений и поворотов зуба.

Закрепление зуба существенно отличается от закрепления имплантата. Зуб имеет гладкую поверхность, но, тем не менее, не отторгается, поскольку имеет полное сродство с тканями, его окружающими. В то же время, как это показывает опыт, гладкие биосовместимые имплантаты отторгаются организмом. Закрепление имплантата в тканях производится за счёт прорастания соединительной ткани в пористое покрытие части имплантата. Чтобы обеспечить необходимые степени свободы имплантата, наиболее соответствующие свободе зуба, соединительная ткань должна образовать «корзинку», показанную на рисунке 2.

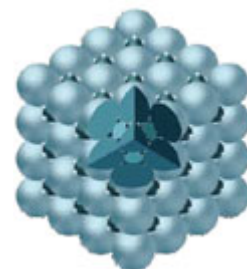
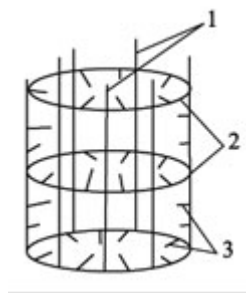


Рис. 2. Схема расположения волокон соединительной ткани, заполнившей каналы в пористой части имплантата.

Рис. 3. Модель структуры слоя, напыленного сфероидизированными частицами.

Нити ткани 2 обеспечивают подвижность при повороте по оси z, нити ткани 1 — при перемещении по осям x и y, а нити по оси 3 — повороты вокруг оси x и y.

Тестирование проводилось с целью определить, обеспечивается ли получение в пористой части имплантата каналов, образующих сетку-корзинку, близкую к показанной на рисунке 2, а также обеспечивается ли прочность сцепления пористой части имплантата с монолитной, поскольку именно прочность этого сцепления и обуславливает время работы имплантата. Если прочность этого сцепления невелика, то под действием знакопеременных вращательных и возвратно-поступательных перемещений имплантата во время пережевывания пищи может произойти преждевременное отслоение пористого покрытия.

Для напыления используются либо частицы произвольной осколочной формы, получаемой при механическом измельчении материала, либо частицы шаровой формы, получаемые при сфероидизации материала распылением.

В зависимости от формы частиц формируется различная структура напыленного слоя. При напылении частиц произвольной формы получается неструктурированная поверхность напылённого слоя.

Модель текстурированного слоя показана на рисунке 3, на котором видно, что поры напыленного слоя образуют пространственную сетку, подобную сетке, показанной на рисунке 2. Это значит, что напыление сфероидизированными частицами может обеспечить получение пористой структуры напылённого слоя, близкой к требуемой.

Для тестирования были выбраны три имплантата с пористым напылением переходного слоя, выполненным по различным технологиям:

- с напылением частиц в форме шариков;
- с напылением частиц произвольной формы;
- с напылением пористого слоя из частиц произвольной формы на предварительно подогретую подложку.

Во время тестирования выполнено определение элементного состава напыленного слоя.

Ниже приводятся характеристики канцерогенности материалов, применённых в тестируемых имплантатах.

Никель [1].

В организме человека со средним весом 70 кг никеля содержится в количестве в среднем 10 мг (5 — 13,5), около 49% микроэлемента — в мышечной ткани, кроме того — в лёгких, коже, печени. Содержание никеля в тканях и органах человека колеблется в зависимости от ряда факторов и изменяется с возрастом; в печени взрослого — 14,5 — 20,8; в костном мозге — 19,3 — 33,4; в селезенке — 17,9 — 23,5 мкг/100 г; в сердце — 7,9 — 3,4; в аорте — 17,4 — 10,6; в почках — 12,0 — 5,5; в коже — 29,2 — 50,2 мкг/100 г. В

сыворотке крови — 0,8 — 5,2; в цельной крови — $2,9 \pm 7,0$; в слюне околоушной железы — 0,8 — 4,5; в поте, собранном с руки, — 7 — 180; в моче — 0,7 — 5,2 мкг/л; в фекалиях — 10,8 — 18,7 мкг/г (сухая масса) или 80 — 540 мкг в сутки; в волосах — 130 — 510 мкг/кг или 0,056 мкг/г сухой массы.

Попавший в организм с пищей или водой никель всасывается в количестве 3 — 10% преимущественно в верхних отделах тонкой кишки.

Никель является необходимым микроэлементом для млекопитающих и растений, обнаруживается во всех биологических материалах. В организме человека он входит в состав ряда ферментов. Так, недостаточность никеля приводит к ингибированию нескольких печеночных энзимов (глюкозо-6-фосфат-, лактат-, изоцитрат-, манат- и глутаматдегидро-геназы), дезорганизует функционирование эндоплазматического ретикулула гепатоцитов, дыхательные процессы в митохондриях, изменяет содержание липидов в печени. Подобно кобальту, никель участвует в регуляции метаболизма гема в печени и почках, индуцируя активность гемоксигеназы. В растениях никель входит в состав уреазы — фермента, играющего важную роль в обмене растительной клетки.

Поступление никеля в организм в природных условиях происходит, главным образом, с продуктами питания и питьевой водой; кроме того, никель поступает в организм с атмосферным воздухом, через кожу — при контактах с никелированными предметами обихода. В среднем человек поглощает около 0,3 — 0,6 мг никеля в сутки, главным образом, с растительной пищей, при этом с питьевой водой — до 10 мкг, с вдыхаемым воздухом — 2 — 14 мкг. Содержание никеля в основных видах пищевых продуктов (в мг/кг): злаки 0 — 6,45 (цельная пшеница — 0,31 — 0,47, обычная мука-крупчатка — 0,18); овощи — 0 — 3,0; фрукты — 0 — 0,34; мясо — 0 — 4,5 (говядина, свинина, баранина — 0,002 — 0,1, печень — 0,1 — 0,5); яйцо куриное — 0,02 — 0,03; молочные продукты — 0 — 0,03; морские продукты — 0,02 — 1,7; какао — 0,98; орехи — 5,1; чай — 8,0 (сухой вес). В винах и пиве содержание никеля составляет 100 и 50 мкг/л соответственно.

В производственных условиях никель поступает в организм, главным образом, с вдыхаемым воздухом, а также перкутанно. При последнем типе воздействия всасывание через кожу растворимых солей никеля происходит наиболее интенсивно в течение первых 5 ч, а в течение суток всасывается до 88% никеля. Проникновение никеля в организм происходит также с потом.

Одним из источников поступления никеля в организм с вдыхаемым воздухом является курение. При выкуривании 10 сигарет в день в организм курильщика может поступить 0,004 мг никеля.

В человеческой сыворотке никель связывается с аминокислотами, основной из которых является L-гистидин. Из крови никель поступает в межклеточную жидкость, а затем с помощью специальных белков (металлотioneинов) проникает в клетки.

В организмах животных, растений и бактерий никель взаимодействует с кальцием, железом, магнием и другими металлами, наибольшее значение имеет взаимодействие с медью, цинком, йодом.

Из всего количества никеля, поступившего в организм человека с пищевым рационом, до 90% выводится с фекалиями, около 10% — через почки. Возрастание количества выводимого никеля происходит непропорционально увеличению поступления

его в организм. При действии никеля в дозе 5,0 мг/кг происходило увеличение содержания микроэлемента в печени, почках, поджелудочной железе и селезенке, а в почках — даже при использовании дозы 0,005 мг/кг.

Технически чистый или с малыми добавками других элементов никель нетоксичен и не разрушает витаминов, а потому широко используется в пищевой промышленности.

Поскольку в практике имплантации применяется никелид титана, необходимо дать общую характеристику интерметаллических соединений, поскольку споры о вредном влиянии якобы отщепляемого из никелида титана никеля продолжаются до сих пор.

Интерметаллиды, то есть химические соединения металлов друг с другом, называют также металлическими соединениями (Н. С. Курнаков, 1899) и металлидами (Н. С. Курнаков и Н. И. Степанов, 1905). Экспериментальное исследование интерметаллидов было начато Курнаковым в 1898 году и развивается его школой до настоящего времени. В других странах эти исследования начались позднее. Первые работы в основном устанавливали состав и с. и их формулы. Н. С. Курнаков и его ученики — Г. Г. Уразов, С. Ф. Жемчужный, Н. П. Степанов, С. А. Погодин, П. Я. Сальдау, В. А. Немилов, А. Т. Григорьев, — применяя к изучению металлических соединений методику физико-химического анализа, показали, что интерметаллиды могут быть постоянного состава (дальтонида) и переменного состава (бертоллиды). Применение рентгеноструктурного анализа, кристаллохимических исследований и электронной теории металлов позволило С. Т. Конобеевскому, Г. В. Курдюмову, Н. В. Агееву, Я. С. Уманскому выявить природу и с. и закономерности их образования, строения и свойств. [2]

Положение элементов в периодической системе Д. И. Менделеева определяет их валентность — способность атомов отдавать или присоединять внешние валентные электроны. Химические элементы, атомы которых легко отдают валентные электроны, относятся к металлам, а элементы, атомы которых присоединяют их, — к неметаллам. Атомы металлов, соединяясь при образовании кристаллической решётки интерметаллидов, характеризуются различной склонностью отдавать электроны. Электронное сродство атомов зависит от обоих взаимодействующих атомов. Возможны все степени отделения электронов от атомов — от полного отделения валентных электронов, с образованием положительно заряженных ионов и равномерно распределённых в межионном пространстве электронов, характерного для металлической связи, и до перекрывания электронных облаков соседних атомов с образованием мостиков валентными электронами, связывающими атомы атомной связью. Так как степень отделения электронов от атома может быть различной и может изменяться непрерывно, то обычные дискретные правила валентности, характерные для солеобразных химических соединений, на интерметаллидные соединения не распространяются. Валентность в случае интерметаллидов с характерной для них атомной и металлической связями является непрерывной и переменной функцией состава, что приводит к большому распространению среди металлов кристаллических фаз переменного состава (твёрдых растворов и бертоллидов) [2].

При образовании интерметаллидов атомами, сильно различающимися по сродству к электрону, ионный заряд не может полностью компенсироваться, и создаётся некоторое неравномерное распределение электронов около ионов, приводящее к гетерополярному взаимодействию зарядов в решётке. В этом случае начинают в различной степени проявляться характерные признаки обычных дискретных соединений ионного типа с их постоянством состава, закономерным упорядоченным расположением атомов в решётке, экстремальными свойствами при определённом рациональном составе и, в пределе,

подчинением классическим правилам дискретной валентности. Интерметаллиды, в которых валентные электроны в основном участвуют в образовании металлической связи, образуются при определенном отношении числа электронов на атом или элементарную ячейку. Отношение это определяет верхний предел существования фазы переменного состава, выше которого решетка фазы делается неустойчивой. Такого рода фазы получили название электронных соединений [2].

Характерными примерами интерметаллидов постоянного состава (дальтонидами) предельного типа являются Mg_2Si , Mg_2Sn , Mg_2Pb , никелид титана, никелид алюминия. Менее резко признаки дальтонидности выражены у соединений $MgAg$, $AuZn$, $CuAu$. Интерметаллические соединения переменного состава (бертоллиды) можно указать в системах таллий — висмут, железо — кремний, свинец — натрий, железо — сурьма [2].

Интерметаллиды никеля — устойчивые соединения, обладают явно выраженной стехиометрией. Никелиды стехиометрического состава устойчивы ко всем видам коррозии, жаропрочны, жаростойки и окалиностойки.

Материалы на основе никелида титана не проявляют канцерогенного действия [3].

Ванадий [1].

Ванадий отличается высокой химической устойчивостью в воде, водных растворах минеральных солей, в морской воде, нерастворим в спирте, соляной кислоте и других разбавленных кислотах и щелочах.

Ванадий является элементом, участвующим в жизненном цикле человека, но попадая в организм с пищей и водой, абсорбируется слабо. Абсорбируемый ванадий транспортируется в основном кровью, где в плазме он связывается с трансферинном. При ежедневном потреблении 10 — 60 мкг общее количество ванадия в организме составляет около 100 мкг.

Приблизительная концентрация ванадия во внутренних органах человека составляет в нг/г: в печени — 13, почках — 5, костях, селезенке и щитовидной железе — 3, в мозге, жире, желчи и моче — меньше 1, в лёгких и волосах — 12 — 140 (большие значения относятся к городским жителям). В организме ванадий находится внутри клеток.

Общее содержание ванадия в организме человека массой тела 70 кг составляет 10 мг. В организме человека 31% ванадия аккумулируется в жировой ткани, 17% — в скелете. Ванадий содержится в зубной эмали и дентине.

В организме ванадий участвует в регуляции жирового обмена, синтезе триглицеридов, процессах минерализации костной ткани, играет роль в метаболизме глюкозы и глутамината, является катализатором ряда других окислительно-восстановительных процессов. Избыточное количество ванадия в организме, наблюдающееся при контакте с солями и окислами ванадия (но не с металлическим ванадием или его сплавами) в производственных условиях, может вызвать аллергические реакции, выражающиеся в астматических явлениях и кожных высыпаниях.

Таким образом, основные материалы имплантатов — никелид титана, никелевые сплавы и сплавы, содержащие ванадий, — вредными не являются.

ВЫВОДЫ.

1. Напыленные покрытия обладают высокой пористостью.
2. Пористость покрытий из сфероидизированных частиц имеет упорядоченную структуру, соответствующую требуемым степеням свободы зуба.
3. Никелид титана не обладает канцерогенным действием.

Литература:

1. Вредные вещества в промышленности. Неорганические соединения V — VIII групп: Справ, изд. /А. Л. Бандман, Н. В. Волкова, Т. Д. Грехова и др.: под ред. В. А. Филова и др. — Л.: Химия, 1989, 592с. ISBN 5 — 7245 — 0264 — X.
2. БСЭт.18, изд. 2-е, 1953.
3. В. Э. Гюнтер, Г. Ц. Дамбаев, П. Т. Сысолетин и др. Медицинские материалы и имплантаты с памятью формы. — Томский ГУ, Томск, 1998. С. 488
4. Порошковая металлургия. Спечённые и композиционные материалы. Под ред. В. Шатта. Пер. с нем. — М.: Металлургия, 1983, С. 520

Источник: <http://www.stom.ru/kuban/article/48/art14.shtml>