

## Исследование влияния состава воды на расширение гипса IV типа



**РЯХОВСКИЙ А. Н.**,  
профессор, д.м.н., зав. отделом  
ортопедической стоматологии



**УХАНОВ М. М.**,  
м. н. с., врач-ортопед

ФГУ «ЦНИИС и ЧЛХ Росмедтехнологий»,  
г. Москва

**РЕЗЮМЕ.** В результате проведенного исследования достоверно установлено, что расширение гипса IV типа, замешанного на дистиллированной воде, через 12 и 24 часа значительно меньше, чем расширение гипса, замешанного на водопроводной воде. Водопроводная вода в своем составе содержит больше минералов, чем дистиллированная, поэтому при замешивании гипса образуется более насыщенный раствор, что способствует росту кристаллов и расширению гипса.

Применение дистиллированной воды позволяет получать более постоянное и предсказуемое расширение гипса, и поэтому при изготовлении гипсовых моделей необходимо использовать дистиллированную воду.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** гипс IV типа, расширение гипса, замешивание гипса на дистиллированной воде, замешивание гипса на водопроводной воде.

Гипс IV типа – наиболее широко используемый материал для рабочих моделей при изготовлении несъемных протезов. К свойствам гипса, влияющим на качество моделей, можно отнести: расширение при затвердевании, прочность, устойчивость к абразии, воспроизведение деталей поверхности.

При твердении гипса образующиеся кристаллы начинают расти и оказывать друг на друга давление, что приводит в итоге к увеличению размеров модели [1].

Расширение гипса в целом принято считать положительным фактором, т.к. отлитым массам свойственна усадка при твердении. Однако расширение гипса не является изотропным по всем направлениям. Тагаока F и Takahashi J [6] установили, что при твердении гипса в открытой ложке он расширяется неодинаково в горизонтальном и вертикальном направлении, в то же время при закрытой ложке расши-

рение происходит одинаково по всем направлениям.

Wise [7] изучил величину вертикальной краевой щели между аналогом винтового абатмента и несъемным протезом с винтовой фиксацией на двух имплантатах. Исследовались два варианта: с расстоянием между аналогами 35 и 50 мм. Модели изготавливались из гипса IV типа Velmix (Kerr) с расширением 0,08% и из артикуляционного гипса Gnathostone (Zeus) с расширением 0,02%. Было установлено, что при отливке модели из гипса IV типа вертикальная щель у протеза с расстоянием между опорами в 50 мм составляла 80 микрон (среднее отклонение 32,5 микрона), а при отливке из артикуляционного гипса – 42,8 микрона (среднее отклонение 12,17 микрона); при расстоянии в 35 мм между опорами вертикальная щель составила 84,33 микрона (среднее отклонение 49,9 микрона) и 0 микрон соответственно. Wise [7] рекомендует использовать артикуля-



Рис. 1. Гипс IV типа Thixodent (Giulini)



Рис. 4. Гипс замешан по рекомендованной производителем пропорции вручную

ционный гипс для отливки моделей с аналогами имплантатов, но не применять для моделей зубного ряда, т.к. он имеет значительно меньшую прочность, по сравнению с гипсом IV типа. Таким образом, расширение гипса IV типа может значительно повлиять на краевое прилегание несъемных протезов.

Согласно стандартам для стоматологических гипсов ANSI/ADA Specification No. 25 (2000 г.), ISO 6873:1998 и ГОСТ Р 51887-2002 гипс замешивается на дистиллированной воде, и его расширение измеряется через 2 часа после затвердевания. Согласно стандартам ADA и ISO гипс IV типа должен иметь расширение не более чем 0,10%, согласно ГОСТ не более 0,15%.

Однако многие зубные техники в России используют для замешивания гипса водопроводную воду и считают, что это не оказывает значительного действия на свойства гипсовой модели. Нами был проведен анонимный опрос зубных техников Москвы. Всего было опро-



Рис. 2. Бытовой дистиллятор Stillo (Mocm)



Рис. 5. Замешивание гипса в автоматическом вакуумном миксере



Рис. 6. Вид гипса после замешивания в вакуумном миксере

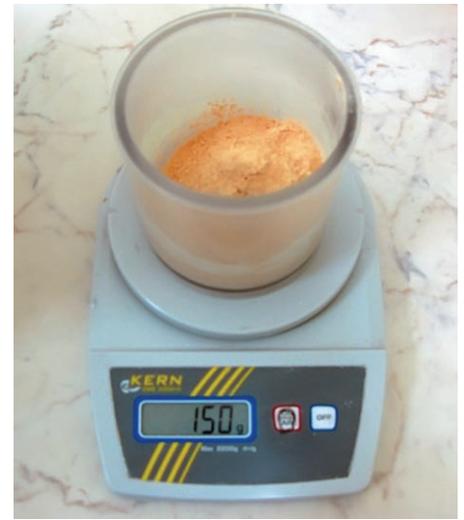


Рис. 3. Замер веса гипса

шено 30 человек. Опрос показал, что 60% используют для изготовления гипсовых моделей водопроводную воду.

В исследованиях было установлено, что гипс расширяется не только в течение 2 часов, а на протяжении 3-4 дней. Например, Heshmati Reza и соавт. [4] исследовали расширение после затвердевания 6 марок гипса: Die-Keen (V), Jade Stone (V), Vel-Mix (IV), ResinRock (IV), Fuji Rock (IV) и Silky Rock (IV). Замешивание гипса выполнялось согласно стандартам, использовалась дистиллированная вода. Измерение выполнялось электронным микрометром, соединенным с портативным компьютером, через ин-



Рис. 7. Прибор для измерения расширения гипса



Рис. 8. Прибор установлен на вибростол



Рис. 9. Заливка гипса в емкость

тервалы времени в 10 мин, 30 мин, 2 ч, 24 ч, 48 ч, 72 ч, 96 ч, 120 ч. Было обнаружено, что расширение гипса продолжается спустя 2 часа после отливки модели, степень расширения варьировала от 22% до 71% по отношению к расширению в течение 2 часов. В основном расширение завершилось спустя 96 часов после замешивания гипса.

Точность гипсовой модели влияет на краевое прилегание каркасов мостовидных протезов, соединенных коронок, плотность контактных пунктов у одиночных коронок. Особое значение придается точности и пассивности посадки каркаса несъемного протеза с опорой на имплантаты [3], т. к. имплантаты не обладают подвижностью. Может произойти поломка фиксирующих винтов [5], убыль краевой кости и потеря остеоинтеграции [2] из-за напряжений в каркасе ортопедической конструкции. При изготовлении



Рис. 10 а, б. Фиксирующий винт откручен

протезов с опорой на имплантаты используется неразборная модель, и ее неточность связана только с расширением гипса, а не с погрешностями разрезания и разделения модели.

### Цель исследования

Оценить степень расширения гипса IV типа, замешанного на дистиллированной и водопроводной воде. Изучить влияние состава воды на расширение гипса.

### Материалы и методы

Исследование выполнялось в гипсовочной зуботехнической лаборатории Профессорской авторской клиники (г. Москва).

Использовалась широко распространенная в России марка гипса IV типа – Thixodent (Giulini) (рис. 1).

Гипс замешивали согласно инструкции производителя, в пропорции 100 г гипса на 20 мл воды. Объем воды определяли в стакане-мернике. Для исследования использовалось два вида воды: водопроводная и дистиллированная. Дистиллированную воду получали в бытовом дистилляторе Stillo (Mocom) (рис. 2).

Вес порошка гипса определяли на бытовых электронных весах в кювете для вакуумного смешивания (рис. 3).

В кювету с гипсом добавлялась вода, и вначале выполнялось ручное размешивание металлическим шпателем (рис. 4).

Затем гипс замешивался 40 секунд под вакуумом в автоматическом миксере фирмы Renfert (рис. 5).

После такого замешивания получалась однородная смесь без комков и воздушных пузырей (рис. 6).

Гипс заливался в V-образную емкость прибора для измерения расширения. Стенки емкости предварительно были покрыты тонким слоем вазелина для нивелирования действия силы трения. С одной стороны емкость ограничивалась металлическим кубом, который закреплялся винтовым зажимом и касался одной стороной датчика микрометра (рис. 7). Стержень датчика был соединен с пружиной и поэтому постоянно плотно прижимался к кубу. При расширении гипса куб сдвигался. Перемещение куба измеряли микрометром.

Таблица 1

Расширение гипса IV типа Thixodent (Giulini), замешанного на дистиллированной воде (10<sup>-6</sup> м)

Время измерения, ч	№ опыта										Среднее расширение	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	абс M±δ	%
2	100	110	100	100	100	100	100	100	90	90	99±5,4	0,09
12	150	160	180	150	170	160	150	140	150	140	155±11,0	0,14
24	190	190	230	190	210	200	190	180	180	180	194±15,0	0,18

Таблица 2

Расширение гипса IV типа Thixodent (Giulini), замешанного на водопроводной воде (10<sup>-6</sup> м)

Время измерения, ч	№ опыта										Среднее расширение	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	абс M±δ	%
2	70	80	80	90	100	100	90	100	100	90	90±10,0	0,08
12	130	160	150	170	180	180	190	180	200	180	172±19,4	0,16
24	160	210	200	220	240	240	240	230	250	210	220±24,1	0,2



Рис. 11. Табло механического микрометра

Таблица 3  
Химический состав исследуемой водопроводной (№ 1) и дистиллированной воды (№ 2)

№ п/п	Номенклатура показателей, единицы измерения	Значения показателей		Метод испытаний
		№1	№2	
1	Жесткость общ.	3,65	0,2	ГОСТ Р 52407-2005
2	pH, ед.	7,25	5,65	РД 51.24.495-05
3	Хлориды, мг/л	9,8	0,03	ПНДФ 14.1:2:4.157-99
4	Сульфаты, мг/л	18,9	0,4	ПНДФ 14.1:2:4.157-99
5	Фосфаты, мг/л	0,36	0,25	ПНДФ 14.1:2:4.157-99
6	Щелочность, ммоль/л	3,4	0,4	РД 52.24.493-06
7	Гидрокарбонаты, мг/л	207	24,4	РД 52.24.493-06
8	Кальций, мг/л	56,1	2,4	ГОСТ Р 513309-99
9	Магний, мг/л	10,2	0,25	ГОСТ Р 513309-99

Прибор устанавливали на вибростол, и вносили гипс в емкость под вибрацией (рис. 8-9).

Прибор устанавливали на полку в гипсовочной. После схватывания гипса откручивали крепежный винт, фиксирующий металлический куб (рис. 10 а, б). Начиналось измерение.

Измерение расширения гипса выполнялось механическим микрометром с ценой деления 0,01 мм (рис. 11).

В Главный испытательный центр питьевой воды г. Москвы были отданы образцы водопроводной и дистиллированной воды для изучения химического состава.

## Результаты

Результаты измерения расширения гипса IV типа Thixodent (Giulini), замешанного на дистиллированной и водопроводной воде, представлены в табл. 1 и 2. Результаты определения химического состава водопроводной и дистиллированной воды представлены в табл. 3.

Для каждой серии измерений было рассчитано среднее квадратическое отклонение  $\delta$  (методом моментов), средняя ошибка средней арифметической  $m$  и определена достоверность разницы показателей расширения гипса при замешивании на дистиллированной и водопроводной воде путем расчета коэффициента Стьюдента  $t$ .

$$\delta = \pm \sqrt{\frac{\sum d^2 \cdot p}{n} - \left(\frac{\sum d \cdot p}{n}\right)^2}$$

$$m = \pm \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

Доверительный интервал

$$M - t \cdot m \leq M \leq +t \cdot m$$

### Измерение через 2 ч (10<sup>-6</sup> м).

Дистиллированная вода:

$$\delta = \pm 5,4; m = \pm 1,7$$

$$94,6 \leq 99 \leq 103,4$$

Водопроводная вода:

$$\delta = \pm 10,0; m = \pm 3,1$$

$$82 \leq 90 \leq 98$$

$$t = 2,57; p < 0,05 (5\%)$$

### Измерение через 12 ч (10<sup>-6</sup> м).

Дистиллированная вода:

$$\delta = \pm 11,0; m = \pm 3,4$$

$$146,7 \leq 155 \leq 163,3$$

Водопроводная вода:

$$\delta = \pm 19,4; m = \pm 6,1$$

$$157,2 \leq 172 \leq 186,8$$

$$t = 2,43; p < 0,05 (5\%)$$

### Измерение через 24 ч (10<sup>-6</sup> м).

Дистиллированная вода:

$$\delta = \pm 15,0; m = \pm 4,7$$

$$180,3 \leq 194 \leq 207,7$$

Водопроводная вода:

$$\delta = \pm 24,1; m = \pm 7,5$$

$$198,1 \leq 220 \leq 241,9$$

$$t = 2,92; p < 0,01 (1\%)$$

## Обсуждение

Расширение гипса IV типа, замешанного на дистиллированной воде, через 12 и 24 часа значительно и достоверно меньше, чем расширение гипса, замешанного на водопроводной воде.

Различная скорость и величина расширения гипса связаны с различием в химическом составе водопроводной и дистиллированной воды. Водопроводная вода содержит больше минералов (см. табл. 3), поэтому при замешивании гипса образуется более насыщенный раствор, что способствует росту кристаллов и расширению гипса.

В то же время в серии опытов с водопроводной водой был полу-

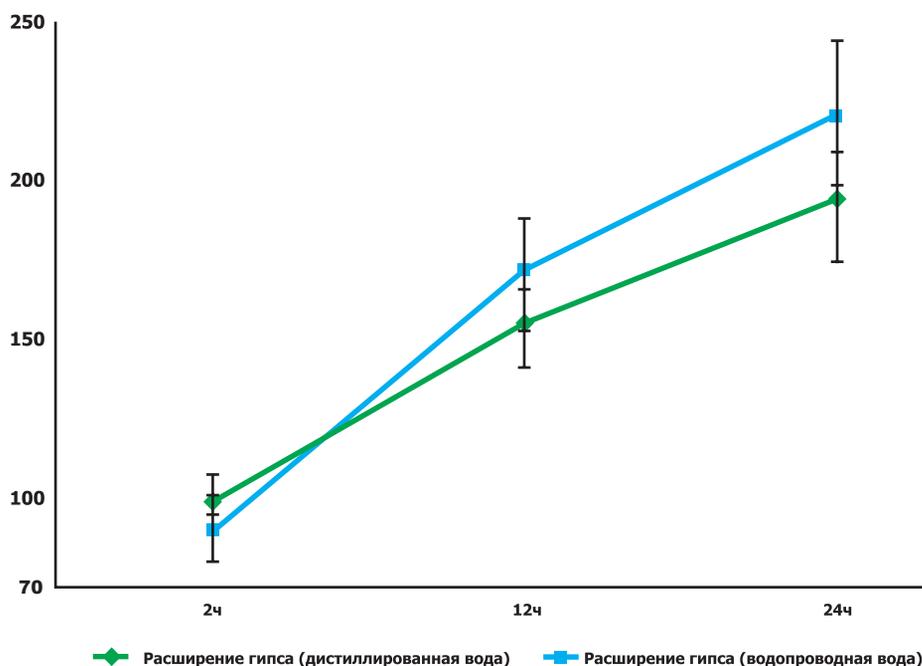


Рис. 12. График расширения гипса, замешанного на дистиллированной и водопроводной воде, через 2, 12 и 24 ч после начала твердения (стрелками указаны доверительные интервалы)

чен более значительный разброс данных (примерно в два раза выше среднее квадратическое отклонение и средняя ошибка) и, соответственно, намного шире доверительный интервал (рис. 12). Таким образом, применение дистиллированной воды при изготовлении моделей челюстей позволит получать минимальное и более предсказуемое расширение гипса.

Результаты опытов подтвердили, что расширение гипса не останавливается через 2 часа после твердения, а продолжается через 12 и 24 часа, что совпадает с данными, полученными Heshmati Reza и соавт. [4].

### Заключение

При изготовлении гипсовых моделей необходимо использовать дистиллированную воду, так как при этом значительно снижается расширение гипса.

### The study of water composition effect on the class IV plaster expansion.

*A. Ryahovsky, prof., Dr., head of orthopedic dentistry department, M. Uhanov, junior research fellow, dentist-orthopaedist, Moscow*

As a result of the research it was stated that the expansion of class IV plaster mixed in distilled water is lower than that of plaster mixed in conventional central system water in 12 and 24 hours. Also the composition of both distilled and conventional water was determined and it showed that conventional water from the central system had more minerals. That is why the mixture is more saturated and it leads to the crystals growth and plaster expansion. The outcome was made that distilled water allows getting a more stable and predictable expansion of plaster when fabricating jaws. For the production of plaster models it is necessary to use distilled water.

Tags: class IV plaster, plaster expansion, mixing plaster with distilled water, mixing water with conventional water.

### Список литературы

1. Нурт Р. Основы стоматологического материаловедения / 2-е издание, изд-во КМК-Инвест, 2004.
2. Adell R, Eriksson B, Lekholm U, Brånemark PI, Jemt T. Long-term follow up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. // Int J Oral Maxillofac Implants, 1990;5:347-59.
3. Branemark PI. Osseointegration and its experimental background. // J Prosthet Dent, 1983;50:399-410.
4. Heshmati Reza H., William W. Nagy,

Carl G. Wirth, Virendra B. Dhuru. Delayed linear expansion of improved dental stone // Journal of Prosthetic Dentistry July, 2002 (Vol. 88, Issue 1, Pages 26-31)

5. Kallus T, Bessing C. Loose gold screws frequently occur in full-arch fixed prostheses supported by osseointegrated implants after 5 years // Int J Oral Maxillofac Implants, 1994;9:169-78.

6. Teraoka F, Takahashi J. Dimensional changes and pressure of dental stones set in silicone rubber impressions // Dent Mater. 2000 Mar; 16 (2):145-9.

## Средства для дезинфекции аспирационных систем и плевательниц

Аспирационные системы находятся в постоянном контакте с инфицированными аэрозолями и жидкостями (слюной, кровью), а также с нерастворимыми стоматологическими материалами. Для того чтобы защитить пациентов и персонал от инфицирования, а также обеспечить оптимальную эксплуатацию аспирационных систем в течение длительного срока, необходимо проводить эффективные гигиенические мероприятия, не дающие перекрестной инфекции никакого шанса. Orotol® Plus, жидкий концентрат, является одним из наиболее продаваемых во всем мире препаратов для дезинфекции и очистки аспирационных систем: > широкий спектр активности при 2% применении > экономически выгодный: из 1 бутылки (2,5 л.) получается 125 литров готового препарата > занесен в реестр DGHM.

Orotol® Yellow Power уже в течение 40 лет стоит на страже Вашей безопасности, обеспечивая идеальную свежесть и надежную защиту от инфекции.

ПРОГРЕСС  
НАЧИНАЕТСЯ  
С ИДЕЙ

Медицинская фирма «Витал ЕВВ»  
является официальным дилером  
фирмы Dürr Dental, Германия



Официальное представительство в России:  
Медицинская фирма «Витал ЕВВ», 620144,  
г. Екатеринбург, ул. Сурикова, 37  
Факс (343) 257-75-67, 251-48-97  
Телефон (343) 257-70-74, 257-14-59  
E-mail: manager@vitalevv.ru, sales@vitalevv.ru

