مقایسه استحکام خمشی پرسلن دندانی جدید (D_4 Dentin) با پرسلن دندانی کارخانه Vita (VMK 68N)

دکتر احمد قهرمانلو*†- دکتر عباس یوسفی**

* استادیار گروه آموزشی پروتز دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی مشهد

** دکترای فیزیک مواد (شیشه و سرامیک)

Title: A comparison on the flexural strength of a new dental porcelain (D_4 Dentin) with Vita company Dentin porcelain (VMK 68N)

Authors: Ghahramanloo A. Assistant Professor,* Yossefi A.

Address: *Dept. of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Mashhad University of Medical Sciences
**Par-e-Tavoos Research Institute, Mashhad

Statement of Problem: Dental porcelain is one of the best materials ever used in dentistry. Excellent tissue compatibility, esthetics, very low solubility in oral fluids, high compressive strength, and the lowest bacterial plaque accumulation on the glazed porcelain are some of its advantages. Porcelain brittleness due to its low tensile strength, impact strength and the occlusal attrition of opposing teeth enamel are some of its disadvantages. The most important mechanical properties of dental porcelains are their flexural strength that is the ability of a porcelain to resist fracture when loaded from above. Different ways have been proposed to eliminate porcelain brittleness and develop its flexural strength, among which baking porcelain on a metal framework is more commonly used.

Purpose: Considering that restoration and replacement of teeth by porcelain fused to metal restorations is still the most commonly used technique, the aim of the present study was to measure the flexural strength of a porcelain bonded to metal powder, D_4 Dentin, and to compare it with Vita Dentin powder.

Materials and Methods: In this experimental study, a stainless steel box, 25×5×2mm was made according to ISO 6872: 1995 (E) Standard and filled with D_4 Dentin powder and Vita Dentin (VMK 68N) and baked in Vita furnace. Then 10 blocks of D_4 Dentin and 10 of Vita Dentin were made. Samples were placed on the three point bending test machine and force was applied the middle of each block. To analyze the data, t-student test and co-variance analysis were used.

Results: Mean flexural strength of D_4 Dentin was 53.40±1.35 MPa and that of Vita Dentin was 53.86±7.38 MPa. The difference was not statistically significant.

Conclusion: According to ISO 6872: 1995 (E) standard, the flexural strength of all D_4 Dentin samples were greater than 50 Mpa.

Key words: Dental porcelain; PFM system; Flexural strength

Journal of Dentistry. Tehran University of Medical Sciences (Vol. 17; No1; 2004)

چکیده

بیان مسأله: چینی دندانی یکی از بهترین موادی است که تاکنون در دندانپزشکی مورد استفاده قرار گرفته است. سازگاری عالی با نسج، زیبایی، حلالیت بسیار کم در محیط دهان، استحکام فشاری بالا و کمترین تجمع پلاک میکروبی روی چینی گلیزشده، از مزایای این ماده نسبت به سایر مواد دندانی است. شکنندگی چینی به علت پایین بودن استحکام کششی، ضربه‌ای و همچنین سایش مینای دندان

† مؤلف مسؤول: دکتر احمد قهرمانلو: مشهد- روبه‌روی پارک ملت- دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد- گروه پروتز تلفن: ۸۴۳۹۰۰۱- ۰۵۱۱

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

طبیعی مقابل آن از معایب چینی‌های دندانی می‌باشد و از مهمترین خواص مکانیکی آن، استحکام خمشی است که در واقع توانایی مقابله پرسلن در برابر شکستن متعاقب نیرویی است که از بالا اعمال می‌شود. یکی از روشهایی که برای رفع شکنندگی و تقویت استحکام خمشی چینی پیشنهاد شده، پخت چینی روی فلز می‌باشد که بیش از سایر روشها مورد استفاده واقع شده است.

هدف: با توجه به این که ترمیم و جایگزینی دندانها با استفاده از ترمیم‌های Porcelain Fused to Metal (PFM) هنوز کاربرد فراوانی دارد، مطالعه حاضر با هدف بررسی استحکام خمشی چینی D_4 Dentin از نوع باندشونده به فلز و مقایسه با چینی Vita Dentin انجام شد.

روش بررسی: در این مطالعه آزمایشگاهی، برای اندازه‌گیری استحکام خمشی چینی Dentin، طبق استاندارد ISO 6872: 1995 (E)، قالبی از فولاد زنگ‌نزن به ابعاد ۲×۵×۲۵ میلیمتر ساخته شد؛ این قالبها با خمیر Vita Dentin (VMK 68N) و D_4 Dentin پر شدند و پس از پخت در کوره Vita، از هر یک ۱۰ بلوک تهیه گردید و استحکام خمشی نمونه‌ها تعیین شد. نمونه‌ها توسط مبدل مخصوص روی دستگاه تست خمشی سه‌نقطه‌ای قرار گرفتند و نیرو به قسمت وسط وارد گردید و استحکام خمشی نمونه‌ها تعیین شد. به منظور تحلیل آماری از آزمونهای t-student و آنالیز کواریانس استفاده شد.

یافته‌ها: میانگین استحکام خمشی بلوک چینی D_4 Dentin ۱/۳۵± ۵۳/۴۰ مگاپاسکال و Vita Dentin ۷/۳۸ ±۵۳/۸۶ مگاپاسکال حاصل گردید. بین دو گروه اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه با توجه به استاندارد ISO 6872: 1995 (E) ، نشان داد که استحکام خمشی تمام نمونه‌های D_4 Dentin بالای ۵۰ مگاپاسکال و مطابق استاندارد مزبور می‌باشد.

کلید واژه‌ها: چینی دندانی؛ سیستم PFM؛ استحکام خمشی

مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران (دوره ۱۷، شماره ۱، سال ۱۳۸۳)

مقدمه

چینی‌های دندانی در دندانپزشکی مصرف زیادی دارند و در حال حاضر از اقلام وارداتی می‌باشند. در منطقه جنوب مشهد، رگه‌هایی از فلدسپار پتاسیک خالص یافت می‌شود که با توجه به خواص فیزیکی و شیمیایی آن، ماده مناسبی برای چینی دندان می‌باشد. میزان بسیار پایین اکسید آهن، تیتان، بالابودن ارتوکلاز (Orthoclase)، گرانروی زیاد و بالاخره بالابودن مقاومت pyroplastic تأییدی برمناسب‌بودن این ماده معدنی برای ساخت چینی دندان می‌باشد (۱).

اولین سیستم چینی- فلز در سال ۱۸۰۸ توسط Fonzi دندانپزشک ایتالیایی ارائه شد. به دلیل ضعفهایی که چینی دندانی داشت، بخصوص استحکام کششی پایین، نیاز به تقویت آن احساس می‌شد؛ اولین روش افزایش استحکام چینی دندان توسط یک تقویت‌کننده فلزی صورت گرفت و امروزه با عنوان سیستم چینی باندشونده به فلز، کاربرد زیادی در دندانپزشکی دارد (۳،۲).

چینی دندان از ترکیب یک یا چند فلز یا شبه فلز (عمدتاً سیلیس) با یک غیر فلز (اکسیژن) تشکیل می‌شود. اتم‌های بزرگ اکسیژن، اتم‌های کوچک سیلیس را در بین خود جای می‌دهند و شبکه سیلیکاتی را به وجود می‌آورند. پیوند بین اتمی سرامیک‌ها، کووالانسی و یونی است که عامل اصلی در ایجاد خواص ویژه آنها، مثل سختی، ضریب گرانروی بالا، مقاومت در برابر عوامل حرارتی و شیمیایی و شکنندگی آنها می‌باشد (۶،۵،۴،۱).

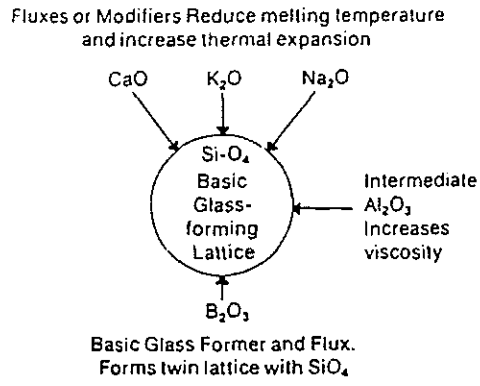
در چینی‌های دندانی، شبکه سیلیسیم- اکسیژن (Si-O) به عنوان ماتریکس شیشه‌ساز اصلی (Glass Former) عمل می‌کند ولی با افزودن اکسیدهای دیگر مثل پتاسیم، سدیم، کلسیم، آلومینیوم و بُر، یکپارچگی شبکه SiO_4 به هم

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

می‌خورد و این اکسیدها به عنوان اصلاح‌کننده شیشه (Glass Modifier) خواص ویژه‌ای مثل دمای ذوب پایین، گرانروی بالا، مقاومت در برابر کریستال‌شدن را برای چینی ایجاد می‌کنند. در شیشه نسبت O به Si بسیار مهم است؛ چون در گرانروی و انبساط حرارتی آن مؤثر است؛ به عنوان مثال با افزودن سدیم، پیوند Si-O-Si بیشتر شکسته می‌شود و انبساط حرارتی بالا می‌رود که این عامل در ترمیم‌های PFM[1] مورد نظر می‌باشد (۷،۵،۱).

برای افزایش گرانروی و سختی شیشه از آلومینا (Al_2O_3) استفاده می‌شود. آلومینا مثل یک اکسید بینابینی عمل می‌کند و از فرو ریختن چینی به هنگام پخت جلوگیری می‌کند. این خاصیت برای به دست آوردن یک شکل مطلوب در ترمیم‌های چینی ضروری است (۸،۱). نمای ظاهری تشکیل شیشه‌ای که در ساخت چینی‌های با دمای ذوب متوسط و پایین به کار می‌رود، در تصویر ۱، نشان داده شده است.

از مهمترین خواص پرسلن‌های دندانی، استحکام در برابر نیروی متقابل است. استحکام متقابل (Transverse Strength) در واقع توانایی مقابله یک بار پرسلنی در برابرشکستن، متعاقب‌نیرویی است که از بالا اعمال



تصویر ۱- نمای ظاهری تشکیل شیشه‌ای که در ساخت پرسلن‌های با دمای ذوب متوسط و پایین به کار می‌رود.

[1] Procelain Fused to Metal

می‌شود. نیروی متقابل ترکیبی از یک نیروی فشاری و یک نیروی کششی است که به آن آزمون خمشی سه نقطه‌ای (Three-Point Bending) می‌گویند.

در مهندسی به آزمون خمشی سه نقطه‌ای و استحکام متقابل، ضریب گسیختگی (Modulus of Rupture) و یا استحکام خمشی (Flexural Strength) گفته می‌شود. این آزمون نه تنها استحکام مواد را نشان می‌دهد بلکه میزان تغییرات آن را هم بیان می‌کند. استحکام خمشی در بریج‌های طویل وقتی که نیروی شدیدی اعمال می‌شود، بیانگر این قضیه است که پرسلن دارای استحکام و مقاومت در برابر شکستن در طی عمل مضغی می‌باشد (۹). استحکام خمشی سیستم‌های مختلف چینی دندانی در جدول ۱، نشان داده شده است (۱۰،۹).

با توجه به این که رایجترین ترمیم‌های پروتز ثابت که در لابراتوارهای دندانی کشور ساخته می‌شود، پروتزهای PFM می‌باشند و نیز موفقیت ترمیم‌های چینی- فلز به استحکام خمشی بستگی دارد (۱۱)، در بررسی حاضر استحکام خمشی چینی D_4 Dentin از نوع باندشونده به فلز طبق استاندارد ISO 6872: 1995 (E) بررسی و با چینی Vita Dentin مقایسه شد.

جدول ۱- استحکام خمشی سیستم‌های مختلف چینی دندانی

انواع سیستم‌های مختلف چینی	انواع فاز کریستالی	استحکام خمشی (MPa)
Sintered ceramic-metal	Leucite	۷۰
Sintered all-ceramic	Leucite	۱۴۰
Sintered all-ceramic	Alumina	۱۳۹
Heat-pressed all-ceramic	Leucite	۱۲۱
Heat-pressed all-ceramic	Lithium disilicate	۳۵۰
Slip-cast all-ceramin	Alumina	۴۴۶
Slip-cast all-ceramin	Spinel-alumina	۳۷۸
Slip-cast all-ceramin	Zirconia-alumina	۶۰۴
Machinable all-ceramic	Fluormica	۲۲۹
Machinable all-ceramic	Feldspar	۱۲۲

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

روش بررسی

در این مطالعه آزمایشگاهی برای بررسی استحکام خمشی، در دو قالب به ابعاد ۲×۵×۲۵ میلیمتر از جنس فولاد زنگ نزن، خمیر چینی (مخلوط پودر با آب مقطر) از دو جنس Vita (VMK68N) و D_4 Dentin پر شد و پس از گرفتن آب اضافی به وسیله دستمال کاغذی، بلوک‌های چینی آماده پخت شدند.

از هر یک از بلوک‌های چینی D_4 Dentin و Vita Dentin ۱۰ بلوک به عنوان گروه شاهد با شرایط یکسان در کوره پخت چینی Vita، در دمای ۹۳۰°C پخته شدند. پس از پخت، نمونه‌های آماده شده که دارای زوایای قائمه و سطوح کاملاً موازی بودند، پرداخت شدند و روی مبدل مخصوصی طبق استاندارد ISO 6872: 1995(E) با فاصله پایه‌ای یکسان (۱۶ میلیمتر) و لبه گرد شده (با شعاع ۰/۸ میلیمتر) روی دستگاه آزمون خمشی سه‌نقطه‌ای[2] قرار گرفتند و نیرو در قسمت وسط بین نقاط تکیه‌گاه وارد گردید.

استحکام خمشی هر نمونه (M) بر حسب مگاپاسکال محاسبه شد. به منظور تحلیل آماری و مقایسه بین پودر چینی جدید (D_4 Dentin) و چینی Vita Dentin (VMK 68N) از آزمونهایt-Student و آنالیز کواریانس و برای توصیف داده‌ها از جدول فراوانی استفاده گردید.

یافته‌ها

بر اساس اطلاعات جدولهای ۲ و ۳ استحکام خمشی Vita Dentin و D_4 Dentin مورد مقایسه آماری قرار گرفت و نتایج به شرح زیر بود:

میانگین ضخامت بلوک‌ها در محل شکستگی چینی D_4 Dentin، ۱/۹۶±۰/۱۷ و در Vita Dentin، ۱/۸۷±۰/۹۸ میلیمتر بود (P<۰/۰۰۱).

میانگین عرض بلوک‌ها در محل شکستگی چینی D_4 Dentin ۴/۶۲±۰/۴۸ و در Vita Dentin ۴/۱۹±۰/۶۰ میلیمتر بود (P<۰/۰۰۱).

میانگین مقدار نیرو در محل شکستگی بلوک‌ها در چینی D_4 Dentin ۳۹/۴۹±۰/۹۱۷ و در Vita Dentin ۳۲/۸۹±۴/۷۵ نیوتن بود (P<۰/۰۰۲).

میانگین استحکام خمشی در بلوک‌های چینی D_4 Dentin ۵۳/۴۰±۱/۳۵ و در Vita Dentin ۵۳/۸۶±۷/۳۸ مگاپاسکال بود (P=۰/۸۵) (جدول ۴).

در این بررسی ضخامت، عرض و نیرو به طور معنی‌داری در مقدار استحکام خمشی مؤثر بود (P<۰/۰۰۱) که پس از حذف اثرات آنها، بین دو گروه مورد مطالعه، از نظر میانگین استحکام خمشی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P=۰/۷۲۹).

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از مهمترین خواص پرسلن‌های دندانی، استحکام خمشی است. استحکام خمشی سیستم‌های مختلف چینی‌های دندانی در جدول ۱ نشان داده شده است. در مطالعه Sorensen و Seghi میانگین استحکام خمشی چینی فلدسپاتیک برای ترمیم‌های چینی- فلز حدود ۷۰ مگاپاسکال می‌باشد (۱۰،۹).

میانگین استحکام خمشی مواد چینی تمام سرامیک در سیستم‌های Slip-Cast Ceramics ۶۰۴-۳۷۸ مگاپاسکال و در Heat-Pressed Ceramics ۳۵۰-۱۰۰ مگاپاسکال می‌باشد. میزان استحکام خمشی مواد سرامیکی ماشینی (Machinable Ceramic) با بیس میکا (Mica) ۲۲۹ مگاپاسکال است (۱۰،۹).

میزان و نوع فاز کریستالی موجود در سرامیک، خواص مکانیکی محصول نهایی را تعیین می‌کند و چینی فلدسپاتیک که برای ترمیم‌های چینی- فلز بکار می‌رود، پایین‌ترین میانگین استحکام خمشی را دارد (۷۰ مگاپاسکال) و به همین

[2] Bending Strength Tester 401- Net2sch

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

دلیل ترمیم‌های چینی- فلز توسط اسکلت فلزی حمایت می‌شوند و در این حالت پایداری بیشتری دارند. با این وجود سیستم‌های تمام سرامیک در حال پیشرفت چشمگیری هستند (۱۰،۹).

جدول۲- اطلاعات میزان استحکام خمشی چینی Vita Dentin

تعداد	استحکام خمشی Mpa	طول پایه I	قطر نمونه d	عرض نمونه b	نیرو F
۱	۴۹/۲	۱۶	۱/۸	۴/۲	۲۷/۹
۲	۴۷/۹	۱۶	۱/۸	۴/۱	۲۶/۵
۳	۵۷/۱	۱۶	۲	۴/۲	۴۰
۴	۷۰/۵	۱۶	۱/۷۵	۴/۲	۳۷/۸
۵	۵۵/۵	۱۶	۱/۸	۴/۱	۳۰/۷
۶	۶۰/۷	۱۶	۱/۹	۴/۲۵	۳۸/۸
۷	۴۸/۷	۱۶	۱/۸۵	۴/۳	۳۰
۸	۴۶/۴	۱۶	۲	۴/۲	۳۲/۵
۹	۵۲/۴	۱۶	۱/۸	۴/۲	۲۹/۷
۱۰	۵۰	۱۶	۲	۴/۲	۳۵

جدول ۳- اطلاعات میزان استحکام خمشی چینی D_4 Dentin جدید

تعداد	استحکام خمشی Mpa	طول پایه I	قطر نمونه d	عرض نمونه b	نیرو F
۱	۵۳/۱	۱۶	۱/۹۵	۴/۶	۳۸/۷
۲	۵۱/۴۲	۱۶	۲	۴/۵۵	۳۹
۳	۵۴/۴۷	۱۶	۱/۹۵	۴/۶	۳۹/۷
۴	۵۶/۱۳	۱۶	۱/۹۵	۴/۷	۴۱/۸
۵	۵۳/۲۴	۱۶	۱/۹۵	۴/۶	۳۸/۸
۶	۵۲/۲۴	۱۶	۱/۹۵	۴/۷	۳۸/۹
۷	۵۴/۳۳	۱۶	۱/۹۶	۴/۶	۳۶/۶
۸	۵۳/۹۲	۱۶	۱/۹۶	۴/۶	۳۹/۷
۹	۵۲/۴۱	۱۶	۱/۹۸	۴/۶۵	۳۹/۸
۱۰	۵۲/۸۳	۱۶	۱/۹۶	۴/۶	۳۸/۹

جدول ٤- مقایسه میانگین ضخامت، عرض، نیرو و استحکام خمشی Vita Dentin و D_4 Dentin (آنالیز t-student)

متغیر / نوع چینی	ضخامت		عرض		نیرو		استحکام خمشی	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
Vita Dentin	۱/۸۷	۰/۹۸	۴/۱۹	۰/۶۰	۳۲/۸۹	۴/۷۵	۵۳/۸۶	۷/۳۸
D_4 Dentin	۱/۹۶	۰/۱۷	۴/۶۲	۰/۴۸	۳۹/۴۹	۰/۹۱۷	۵۳/۴۰	۱/۳۵
نتیجه آزمون	t=۲/۷۴ P<۰/۰۰۱		t=۱۷/۴۷ P<۰/۰۰۱		t=۴/۳۱ P=۰/۰۰۲		t=۰/۱۹t P=۰/۸۵	

طبق استاندارد ISO 6872: 1995 (E) اگر از ۱۰ بلوک پخته‌شده با ابعاد مشخص ۸ نمونه استحکام خمشی بیشتر از ۵۰ مگاپاسکال داشته باشند، چینی استحکام لازم را دارا می‌باشد (۱۱). در مطالعه حاضر پس از حذف شاخصهایی مثل ضخامت، عرض، نیرو و میزان یکنواختی و تخلخل نمونه‌ها، استحکام خمشی چینی دندانی فلدسپاتیک D_4 Dentin مورد استفاده در سیستم PFM، ۱/۳۵±۵۳/۴۰ و چینی دندانی Vita Dentin، ۷/۳۸±۵۳/۸۶ مگاپاسکال حاصل شد که با توجه به استاندارد ISO 6872: 1995 (E) استحکام خمشی تمام نمونه‌های D_4 Dentin بالای ۵۰ مگاپاسکال می‌باشد (۱۱).

تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد که حمایت مالی این تحقیق را تقبل کردند و نیز از اساتید ارجمند خانمهادکتر شهین‌رکنی و دکتر مهدیه‌سیفی که ازراهنماییهای ارزشمند ایشان بهره جستیم، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع:

۱- رکنی، شهین؛ یوسفی، عباس (اساتید راهنما)؛ سیفی، مهدیه. تولید چینی اپک (Opaque) باندشونده به فلز. دکتری تخصصی. پایان‌نامه شماره۱۰۲. رشته پروتزهای دندانی. دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد. سال ۱۳۷۸.

2- Mclean JW. The Metal Ceramic Restoration. 4th ed. Chicago: Quintessence; 1983: 747-61.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

3- Dun Worth FD. Porcelain fused to gold. J Porsthet Dent 1958; 8: 635.

4- Mclean JW. Dental Ceramics Proceedings of The First International Symposium on Ceramics of North America. 1st ed. Chicago: Quintessence;1983: 72-76.

5- McLean JW. The Science and Art of Dental Ceramic. 1st ed. Chicago: Quintessence; 1979: 37-38.

6- Dykema R. Modern Pracitce in Fixed Prosthodontics. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders; 1986: 23,139, 240.

7- Derek WJ. The Strength and Strenthening Mechanisms of Dental Ceramics. 1st ed. Chicago: Quintessence; 1983: 83, 91.

8- Rosentiel SF. Contemporary Fixed Prosthodontics. 1st ed. St. Louis: Mosby; 1988: 389,395.

9- Craig RG, Powers JM. Restorative Dental Materials. 11th ed. St. Louis: Mosby; 2002: 87, 567-68.

10- Seghi R, Sorensen J. Relative flexural strength of six new ceramic materials. Int J Prosthodont 1995; 8 (3): 239-69.

11- International Organization for Standardization. Dental Ceramic. 2nd ed. Ref. 6872, Geneva ISO, 1995.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]