



COPING MANUFACTURED TECHNIQUE OF SPINELL SLIP CAST ALL CERAMIC BY CONVENTIONAL METHODS AND CAD/CAM

TEKNIK PEMBUATAN KOPING ALL CERAMIC JENIS SPINELL SLIP CAST MENGGUNAKAN METODE KONVENSIIONAL DAN CAD/CAM

Insani Hidayatin¹, Sri Redjeki Indiani^{2*}, Rr. Dwiyanti Feriana Ratwita²

¹Abadi Dental Laboratory, Surabaya-Indonesia

²Department of Health, Faculty of Vocational Studies, Universitas Airlangga, Surabaya-Indonesia

ABSTRACT

Background: Ceramic restorations is divided into two kinds namely Porcelain Fused to Metal (PFM) and all ceramic restorations. In ceramic spinell is one of the materials needed for manufacturing anterior coping of all ceramic which has better aesthetic than in other in ceramic. Methods which have been done are Conventional Slip Cast by application of spinell paste on refractory die manually and CAD/CAM computer-based technique. The difference of mentioned previously methods is few step-in slipcast methods can be performed only by one step CAD/CAM methods.

Objective: To discover the differences between Conventional Slip Cast methods and CAD/CAM methods. **Review:** Application of CAD/CAM methods has few advantages compare to conventional methods. Since few step-in conventional methods can be performed only one step in CAD/CAM methods. **Conclusion:** In order to shorten the time in manufacturing spinell all ceramic, dental technician may use CAD/CAM methods. Few advantages of CAD/CAM methods compare to slip cast methods are not necessary to do die block out, die duplication, wetting agent spraying, vitasonic and ultrasonic usage, giving border by ink pen for determining application border, preparing spinell paste for coping application. Those steps all can be performed only by scanning, design and milling by CAD/CAM methods. Besides that, coping result produced by CAD/CAM methods has good accuracy due to spinell block utilization which has better homogenous composition.

ABSTRAK

Latar belakang: Restorasi keramik dibedakan menjadi dua yaitu restorasi Porcelain Fused to Metal (PFM) dan restorasi all ceramic. In ceramic spinell merupakan salah satu bahan untuk pembuatan koping all ceramic yang memiliki estetika lebih baik dibandingkan dengan in ceramic lainnya. Metode yang dilakukan yaitu teknik slip cast konvensional yaitu pengaplikasian adonan spinell pada die refraktori secara manual dan teknik CAD/CAM yang berbasis komputer. Perbedaan keduanya yaitu beberapa tahap pada metode slip cast dapat dilakukan hanya dengan satu tahap pada metode CAD/CAM. **Tujuan:** Untuk mengetahui perbedaan teknik pembuatan koping all ceramic jenis spinell menggunakan metode slip cast konvensional dan CAD/CAM. **Telaah Pustaka:** Penggunaan metode CAD/CAM memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan metode konvensional. Hal ini dikarenakan beberapa tahap dalam metode konvensional dapat dilakukan dengan sekali tahap dalam metode CAD/CAM. **Kesimpulan:** Untuk mempersingkat waktu dalam pembuatan koping all ceramic jenis spinell teknisi dapat menggunakan metode CAD/

Literature Review

Studi Literatur

ARTICLE INFO

Received 18 Maret 2019

Accepted 10 Juni 2019

Online 31 Juli 2019

* Korespondensi (Correspondence):
Sri Redjeki Indiani

E-mail:
sriredjekihf@gmail.com

Keywords:

All ceramic, Coping, In ceramic spinell, Slip cast, CAD/CAM.

CAM. Beberapa keunggulan metode CAD/CAM dibanding dengan metode slip cast konvensional adalah teknisi tidak perlu melakukan *blockout die*, menduplikasi die, penyemprotan *wetting agent*, penggunaan *vitasonic* dan *ultrasonic*, memberikan batas dengan pensil tinta untuk batas aplikasi, mempersiapkan adonan *spinell* untuk aplikasi koping. Hal ini dapat dilakukan hanya dengan melakukan proses *scanning*, desain dan *milling* dengan metode CAD/CAM. Selain itu hasil koping yang dihasilkan dengan metode CAD/CAM memiliki ketepatan yang baik karena penggunaan *spinell block* yang komposisinya lebih homogen.

Kata kunci:

All ceramic, Koping, In Ceram Spinell, Slip cast, CAD/CAM.

PENDAHULUAN

Selama empat puluh tahun terakhir, evolusi teknologi keramik untuk aplikasi gigi cukup berkembang, banyak bahan baru dan teknik pengolahan yang diperkenalkan. Bahan keramik menjadi alternatif pilihan penderita karena memiliki estetika yang baik dan tampilan seperti gigi asli (Dehailan, 2009; Denry et al., 2010).

Restorasi menggunakan bahan keramik dibedakan menjadi dua yaitu restorasi *Porcelain Fused to Metal (PFM)* dan restorasi *all ceramic*. Restorasi *Porcelain Fused to Metal (PFM)* yaitu restorasi yang kuat karena didukung dengan koping logam tetapi mempunyai kekurangan karena estetikanya yang kurang optimal. Restorasi ini dapat menimbulkan alergi pada sebagian pemakainya dan sering menimbulkan warna atau garis kehitaman pada daerah servikal karena adanya pelepasan ion logam ke dalam jaringan *gingival* (Anusavice, 2004; Dehailan, 2009). Selain itu timbulnya warna keabu-abuan yang diakibatkan karena pelapisan *opaque* yang kurang sesuai (Shenoy, 2010).

Restorasi *all ceramic* yaitu mahkota penuh yang terdiri dari struktur kerangka pendukung bahan keramik yang kuat dan keras serta dilapisi oleh lapisan keramik yang lebih lunak untuk mendapatkan estetika yang baik dan ideal, tingkat *opacity* dan *translusensi* yang sesuai, warna yang tidak mudah berubah, respon yang baik terhadap aktivitas biologi dalam mulut dan kompatibel dengan jaringan lunak dalam mulut (Anusavice, 2004; Bodereau, 2013). Namun, restorasi *all ceramic* pada umumnya memiliki sifat rapuh dan mudah patah pada saat menerima beban kunyah yang tinggi (Datla et al., 2015).

Pada tahun 1987, Tyszblat menemukan sebuah metode *glass infiltration* untuk membuat restorasi *all ceramic* dengan kekuatan yang tinggi dan kecenderungan *shrinkage* yang rendah. Keramik itu diperkuat oleh infiltrasi kaca ke dalam *matriks alumina* berpori. Keramik ini memiliki sifat mekanik yang baik dan tingkat *shrinkage* yang rendah (Shi et al., 2012), umumnya diproses dengan metode *in ceram*. (Craig, 2006). Saat ini telah dikembangkan tiga jenis *in ceram* yaitu *in ceram alumina*, *in ceram spinell*, dan *in ceram zirconia* yang masing-masing mempunyai karakteristik (Raghavan, 2012). Untuk pembuatan restorasi anterior yang memerlukan estetika yang baik dan translusensi yang tinggi maka dapat digunakan restorasi *in ceram spinell* (Mannapallil, 2003). *In ceram spinell* memiliki *flexural*

strength sekitar 350 Mpa, kekuatan yang stabil dan tidak berkurang setelah proses pembakaran yang dilakukan berulang-ulang (Gozneli, 2013). Keramik ini mempunyai *flexural strength* lebih rendah tetapi *translusensinya* lebih tinggi yang memberikan estetika lebih baik dibanding dengan jenis *in ceram* lainnya (Usha, 2014).

Pengolahan restorasi ini umumnya menggunakan teknik *slipcasting* yang dilakukan pada model duplikasi, kemudian dipanaskan pada *furnice* untuk menghasilkan *partially sintered* koping yang diinfiltrasi dengan kaca pada suhu 1100° C dalam waktu 10 jam untuk mendapatkan hasil koping yang kuat (Raghavan, 2012). Namun teknik ini membutuhkan waktu yang lama dalam proses pembuatannya (Klim, 2008).

Perkembangan teknologi saat ini memungkinkan adanya teknik baru untuk pengolahan *all ceramic* berbahan *in ceram* dengan metode CAD/CAM. Teknik pembuatan baru berbasis komputer yang telah dikembangkan salah satunya adalah teknik pembuatan dengan metode *Computer Aided Design Computer Aided Machining (CAD/CAM)*. Penggunaan metode *Computer Aided Design Computer Aided Machining (CAD/CAM)* dalam pembuatan restorasi *all ceramic* menggunakan *blank* atau *ingot* yang dapat menghasilkan restorasi yang lebih baik dibandingkan metode konvensional. Teknik CAD/CAM apabila proses *scanning* dan desain sesuai akan menghasilkan restorasi dengan tingkat ketepatan yang tinggi. Keuntungan lain dari penggunaan metode *Computer Aided Design Computer Aided Machining (CAD-CAM)* akan lebih mempersingkat waktu dikarenakan beberapa proses pada metode konvensional dapat dilakukan menjadi satu tahap (Raghavan, 2012).

TELAAH PUSTAKA

In ceram spinell ($MgAl_2O_2$) merupakan bahan untuk pembuatan restorasi anterior, memiliki estetika yang baik karena dapat meniru tampilan sama dengan gigi asli, translusensinya tinggi namun mempunyai kekuatan *flexural* 350 Mpa dimana kekuatan ini lebih rendah dibandingkan dengan kekuatan *flexural in ceram zirconia* 480-810 Mpa yang digunakan untuk pembuatan restorasi posterior (Raghavan, 2012). Kekuatan yang dimiliki *in ceram spinell* sangat stabil jika dibandingkan dengan bahan untuk membuat koping anterior lainnya, kekuatan *spinell* akan tetap stabil setelah proses pembakaran. Salah satu contoh adalah *lithium disilicate* yang memiliki

flexural strength 360 Mpa namun kekuatan akan semakin berkurang dikarenakan pembakaran yang berulang-ulang (Gozneli, 2013).

Teknik yang digunakan untuk pembuatan restorasi berbahan *in ceram* adalah teknik *slip casting*, teknik ini dikenal sejak tahun 1990. *Slip casting* merupakan teknik konvensional yang menggunakan beberapa bahan yaitu bubuk dan *liquid* yang diaplikasikan pada *die refraktori* dengan menggunakan kuas kemudian dibakar dengan suhu tinggi. Koping yang dihasilkan *in ceram* setelah pembakaran bersifat *porus*, porus ini kemudian diinfiltrasikan dengan *lanthanum glass* dengan proses kapilarisasi. (Krishnan, 2010).

Teknik pembuatan restorasi secara konvensional *slip cast* memerlukan model duplikasi yang bertujuan untuk mencetak kontur dan dimensi preparasi dengan akurat serta untuk proses pembakaran dalam *furnice* dengan suhu tinggi sekitar 1140° C. Hal ini dilakukan dengan menuangkan *plaster* khusus untuk mendapatkan die yang akurat dalam pembuatan restorasi.

Pada tahapan-tahapan teknik pembuatan koping *all ceramic* jenis *spinell* menggunakan metode *slip cast* konvensional yaitu mempersiapkan model kerja kemudian melakukan *block out* pada die yang bertujuan untuk menghilangkan daerah yang *undercut*. Melakukan *coating* dilakukan pada die dengan batas 1 mm di atas *servikal* kemudian di diamkan selama 5 menit, hal ini bertujuan untuk memperkeras permukaan die agar tidak mudah rusak atau patah selain itu juga untuk memberikan tempat semen. Kemudian duplikasi die menggunakan bahan cetak *elastomer* dengan waktu setting kurang lebih 3 menit atau sesuai dengan aturan pabrik, kemudian *wetting agent* disemprotkan ke dalam cetakan untuk mengurangi tegangan pada cetakan agar model duplikasi dapat tercetak dengan sempurna. Setelah itu dilakukan pengecoran menggunakan *plaster* khusus agar model kerja tidak rusak saat proses pembakaran atau *sintering* dengan w/p ratio 20 g: 4,6 ml, pengadukan menggunakan *vacuum* selama 20 detik dan dituangkan di atas *vibrator* untuk menghilangkan gelembung-gelembung udara yang menyebabkan porus, setting time selama 2 jam setelah itu dilakukan *deflasking* atau pembongkaran. Setelah itu memberi tanda batas pada *servikal* die dengan pensil tinta yang berguna untuk memberi batas restorasi pada saat pengaplikasian adonan *in ceram spinell*.

Persiapan pembuatan koping *spinell* menurut buku manual vita *in ceram* yaitu *powder* dan *liquid* dengan ukuran 13,5 g: 1 ampul sesuai gelas ukur, komposisi antara *powder* dan *liquid* harus sesuai agar menghasilkan adonan yang baik. Pengadukan dengan menggunakan spatula kecil secara perlahan di atas *vibrator* untuk menghilangkan *porusitas*. Adonan diletakkan dalam *Vitasonic II ultrasonic* selama 4 menit, air di dalam *vitasonic* harus didinginkan dengan es batu, air dingin membantu menjaga suhu adonan *spinell* tetap terjaga saat berada dalam *vitasonic*. Adonan cetakan dituangkan ke dalam gelas plastik kemudian *spinell* di aplikasikan

pada die dengan menggunakan kuas, kelebihan bahan dihilangkan menggunakan skalpel. Koping harus dibentuk sedemikian rupa sehingga di dapat ukuran yang tepat yaitu untuk ketebalan minimal *insisal* 0,7 mm dan ketebalan minimal *sirkum ferensial* 0,5 mm (Vita, 2009).

Setelah itu melakukan proses pembakaran dengan suhu awal 500° C dalam waktu 10 jam untuk mencapai suhu 1120° C, meningkatkan suhu secara bertahap bertujuan agar koping tidak rapuh dan mudah pecah. Setelah proses pembakaran selesai kemudian melakukan *fitting* pada die dengan memeriksa seluruh permukaan koping, daerah *servikal* dan *marginal*. Kemudian periksa ketebalan koping dengan menggunakan kaliper sesuai ukuran yang dibutuhkan. Jika ukuran dirasa masih terlalu tebal permukaan logam di grinding menggunakan *diamond* bur. Ketebalan koping akan menentukan mahkota keramik yang akan dibuat. Kemudian meletakkan kembali koping pada die. Apabila daerah *servikal* atau *marginal* kurang akurat dapat diantisipasi dengan penggunaan *in ceram classic spinell optimizer*. Mengaplikasikan *in ceram classic spinell optimizer* menggunakan *electronic wax knife*, suhu *spinell optimizer* tidak boleh terlalu panas yang dapat mengakibatkan kandungan *wax* yang ada dalam *optimizer* menguap sehingga aplikasi *spinell optimizer* kurang optimal, kemudian dilakukan pembakaran dengan suhu 1120 °C (Vita, 2009). Sifat bahan *in ceram porus* maka dilakukan proses *glassinfiltration* dengan mengaplikasikan *lanthanum glass* yang kemudian dibakar dengan suhu awal 500° C hingga mencapai suhu 1120° C untuk mendapatkan hasil restorasi yang kuat (Usha et al., 2012). Setelah itu sisa *glass spinell* di *sandblast* dengan mesin *sandblast* menggunakan Al_2O_3 (30-50 μm) dengan tekanan 2,5–3 bar agar koping tidak rusak dan berlubang.

Akurasi marginal restorasi berbahan *in ceram* dengan teknik *slip casting* konvensional kurang akurat dibanding teknik CAD/CAM, karena keseluruhan prosedur *in ceram spinell* konvensional banyak dipengaruhi oleh kemampuan teknisi dalam tahap aplikasi koping. Perkiraan untuk pengaplikasian dan pembentukan koping serta kompensasi *shrinkage* dari bahan yang digunakan hanya dilakukan secara kira-kira. Selain itu pembuatan restorasi menggunakan teknik *slip casting* memungkinkan adanya udara terjebak dan menghasilkan *porosity* sehingga tingkat kepadatan koping yang dihasilkan kurang optimal jika dibandingkan dengan teknik CAD/CAM (McLaren, 1998).

PEMBAHASAN

Teknologi CAD/CAM memberikan beberapa keuntungan antara lain menawarkan otomatisasi prosedur pembuatan dengan peningkatan kualitas dalam waktu yang lebih singkat. Sistem CAD/CAM dibidang kedokteran gigi dapat meminimalkan bahaya infeksi karena kontaminasi karena proses *fabrikasi multistage konvensional* dari restorasi secara tidak

langsung. Selain itu dengan penggunaan *block* atau *blank* dapat menghasilkan restorasi dengan hasil yang lebih baik dibandingkan metode lain. Hal ini dikarenakan hasil desain yang sesuai akan menghasilkan restorasi yang memiliki ketepatan yang baik dan pengurangan kegagalan yang diakibatkan karena kesalahan proses duplikasi serta aplikasi koping (Raghavan, 2012).

Selain itu metode *in ceram* CAD/CAM ini menghasilkan kekuatan dan keakuratan yang lebih baik dibandingkan dengan metode *slip cast* konvensional. Ketepatan marginal yang baik dapat diperoleh dari metode ini karena proses *scanning*, desain dan *milling* yang berhasil, oleh karena itu teknisi harus handal dan teliti dalam mengoperasikan CAD/CAM agar restorasi yang dihasilkan sesuai. Namun, biaya modal untuk menggunakan sistem CAD/CAM ini cukup tinggi (Liu, 2005). Dalam kasus klinis, dimana restorasi dibuat dengan *prefabricated block* jarang ditemukan kegagalan. Secara signifikan disebutkan bahwa pengolahan dengan metode *milling* menggunakan CAD/CAM meningkatkan sifat fisik dari koping. Hal ini disebabkan karena bentuk *ingot* yang lebih homogen (McLaren, 1998).

Pada tahapan teknik pembuatan koping *all ceramic* jenis spinell menggunakan metode CAD/CAM proses *scanning* harus tepat. Melakukan *scanning* pada seluruh permukaan model kerja dan bagian antagonis sehingga didapatkan hasil yang akurat. Semua segmen model harus diperhatikan untuk mencegah model bergerak di dalam mesin *scanner* selama proses *scanning*. Model di *scan* dengan mesin *scanner*, die harus dipasang pada model dengan stabil selama proses *scanning* kemudian model diletakkan pada *tray* yang terdapat pada *scanner*. Bubuk *Ceramill* diaplikasikan pada die atau model untuk mendapatkan pantulan (*luster*) dari model sehingga data dari model akan mudah dan jelas terekam dalam *scanner*. *Scanner* adalah sebuah alat yang berfungsi untuk merekam dan mengukur data dari model (Prudente et al., 2017). Penempatan model harus tepat pada bagian tengah piring *scanner* agar ketepatan hasil *scanner* benar 100%.

Beberapa kesalahan yang dihasilkan karena *scanning* yaitu penempatan model yang tidak sesuai pada meja *scan* sehingga mesin *scan* tidak dapat merekam secara akurat, selain itu sistem *scanning* memiliki resolusi terbatas yang dapat mengakibatkan tepi sedikit membulat. Dalam mesin *scan* terdapat alat pengukur yang merekam model sejak awal model dimasukkan ke dalam mesin *scan*. Selain alat perekam di dalam mesin *scan* juga terdapat kamera CCD yang semuanya 3D dan operator juga dapat merubah data tersebut dalam bentuk data digital dengan perbandingan 1:1 dengan data penyimpanan awal. Perputaran piring *scan* yang teratur selama proses *scan* akan merekam semua hal yang lebih lengkap tentang bentuk dan semua daerah kritis pada model (Prudente et al., 2017).

Membuat desain koping sesuai aturan yaitu ketebalan minimal dinding insisal 0,7mm, ketebalan minimal dinding bagian bukal dan lingual 0,5 dan ukuran

koping di perbesar 20%-25% dari ukuran ideal yang bertujuan untuk mengantisipasi adanya penyusutan saat proses pembakaran. Melakukan *milling* pada *In-ceram spinell block* dengan menggunakan mesin *milling*. Mesin *milling* (CAM) digunakan untuk membuat restorasi. Data konstruksi yang dihasilkan oleh *software* CAD diubah ke dalam data *milling* untuk diproses oleh CAM dan akhirnya dimuat ke dalam perangkat *milling*.

Setelah proses *milling*, ketepatan marginal koping dilakukan yang dihasilkan setelah proses *milling* pada die. Melakukan *cleaning firing* dengan suhu 700° C yang bertujuan untuk memperkeras permukaan koping yang dihasilkan setelah proses *milling*. Memeriksa kembali ketepatan koping dengan menggunakan *testing liquid*, *varnish*, dan *lipstick*. Diukur ketebalan koping dengan kaliper sesuai dengan aturan ideal koping. Kemudian menggrinding permukaan koping jika diperlukan untuk mendapatkan ukuran yang diinginkan. Menggunakan masker pada saat bekerja sangat diperlukan dan permukaan koping harus selalu dalam keadaan basah.

Melakukan aplikasi *spinell optimizer* pada permukaan yang belum akurat seperti daerah margin yang kurang lengkap atau permukaan koping yang bergelombang akibat proses grinding, kemudian melakukan *sintering* dengan suhu mencapai 1140° C tanpa menggunakan *vacum*. Melakukan aplikasi *in Ceram testing liquid* untuk memeriksa adanya keretakan mikro kemudian melakukan *glassinfiltration* dengan mencampurkan *in ceram spinell glass powder* dengan air yang bertujuan untuk mengurangi porus dan meningkatkan kekerasan koping (Datla et al., 2015). Kemudian di lakukan pembakaran *glassinfiltration* dengan suhu *pre drying* 600° C hingga mencapai suhu 1130° C dan harus dilakukan dibawah vakum untuk memperoleh koping yang kuat, kemudian menghilangkan kelebihan *glass* dengan diamond bur. Setelah itu sisa *glass spinell* di *sandblast* dengan mesin *sandblast* menggunakan Al_2O_3 (30-50 µm) dengan tekanan 2,5 – 3 bar. Ketepatan pembuatan koping sangat penting untuk menghasilkan restorasi yang baik, oleh karena hal tersebut maka kemampuan teknisi akan sangat mempengaruhi hasil dari pembuatan koping tersebut (Thiel, 2009).

KESIMPULAN

Teknik pembuatan *all ceramic* dengan metode *slip cast* konvensional adalah dengan mempersiapkan die, melapisi *die coating*, mencetak model, menyemprotkan *wetting agent*, menduplikasi *die*, mencetak dengan *plaster*, *deflasking*, memotong *die*, mempersiapkan adonan *spinell*, memasukkan dalam *ultrasonic* dan *vitasonic*, aplikasi dan pembakaran, *fitting* dan *grinding*, pengaplikasian *spinell optimizer* dan pembakaran, *glass infiltration* kemudian *sintering*, dan *sandblasting*. Sedangkan teknik pembuatan dengan metode CAD/CAM yaitu dengan *scan* model, desain koping, *milling* block kemudian *cleaning firing*, *fitting* dan *grinding*,

pengaplikasian *spinell optimizer* kemudian pembakaran, *glass infiltration* dan *sintering* kemudian *sandblasting*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi terhadap studi literatur ini. Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dengan pihak-pihak yang terkait dalam studi literatur ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anusavice, K.J. 2004. Philips' science of dental materials, 11th ed. Saunders an Imprint of Elsevier St.Louis Missouri. Pp. 655-67.
- Bodereau, E.F., Bessone, L., Cabanillas, G. 2013. Aesthetic all-ceramic restoration: CAD- CAM System. *Int Odontostomat* Vol. 7(1). Pp. 139-47.
- Craig, R.G., O'Brien, W. J., Powers, J.M. 2006. Dental materials properties and manipulation 5th eg. USA: Mosby. Pp. 445-60.
- Datla, R.S., Alla, K.R., Alluri, R.V., Babu, P. J., Konakanchi, A. 2015. Dental deramics: Part II – recent advance in dental ceramics. *American journal of materials engineering and technology* Vol. 3 (2). Pp. 19-26.
- Dehailan, L.A. 2009. Review of current status of all ceramic restoration. Skripsi. Indiana, Amerika Serikat: University School of Dentistry.
- Denry, I., Holloway, J. 2010. Ceramics for dental application: A review. The Ohio State University College of Dentistry. *J Materials* 3rd. Pp. 351-68.
- Gozneli, R., Kazazoglu, E., Ozkan, Y. 2014. Flexural properties of leucite and lithium disilicate ceramic materials after repeated firings. Istanbul, Turkey: *J of Dent science* Vol. 9. Pp. 144-50.
- Klim, J., Corrales, B. E. 2008. Innovation in dentistry: CAD/CAM restorative procedures Academy of Dental Therapeutics and Stomatology. Pp. 2-14.
- Krishnan ,G. A. 2010. Effect of coping design on the fracture resistance of pressable zirconia core ceramic. Thesis. US: University of Michigan.
- Liu, P. 2005. A panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compendium*. Vol. 26(7). Pp. 507-13.
- Manappallil, John J., Shetty, V. Surendra. 2003. Basic dental Materials 2nd ed. Jaypee brothers. New Delhi. *J materials*. Pp. 364-70.
- McLaren, A. E. 1998. All ceramic alternatives to conventional metal ceramic restorations. California: Vol. 19(3). Pp. 307-25.
- Prudente, M., et al. 2017. Influence of scanner, powder, application and adjustment on CAD CAM crown misfit. *Journal of prosthetic dentistry* Vol. 119(3).
- Raghavan, N.R. 2012. Ceramics in dentistry. Chennai, India: Dental Surgeon. Pp. 204- 24.
- Shenoy, A., Shenoy, N. 2010. Dental Ceramic: An update. Vol 13. Bapuji Dental College and Hospital, Kamataka, India. *J of Conservative dentistry* Vol. 13. Pp. 195-203.
- Shi, S., Zhang, Q., Wang, H., Li, Y. 2012. La₂O₃-Al₂O₃-SiO₂ glass-infiltrated 3Y – TZ Pall- ceramic composite for the dental restorative application. *Progress in natural science: materials international*. Vol. 22(3). Pp. 224-30.
- Thiel, N. 2009. Vita in Ceram® Classic Spinell. Germany. Pp. 3-6.
- Usha, G., Prashant, T. R., Nadig, R. R., Gowda, Y., Murtuza. 2014. Advanced ceramics a review of material science. Dayan and Sagar College of Dental Science, Bengaluru. *J of dental science and research*. Vol. 5(2). Pp.5-11.
- Vita. 2009. Ceram for Cerec/ Cerec Inlab, Spinell, Alumina, Zirconia YZ. Germany. Available from: www.cerec.co.il//downloads/vita_in_ceram.pdf. Accessed 5 April 2016. Pp. 1-16.