

T-Scan 系统的特点及其临床应用

于婷婷综述 宋光保审校

(广东省口腔医院修复科 广州 510280)

[摘要] T-Scan系统能精确记录咬合接触的时间、力量、面积和动态分析咬合接触情况,自问世以来通过产品的不断更新与发展,使其更好地运用于口腔临床和科研工作中。本文就T-Scan系统的特点和临床应用作一综述。

[关键词] T-Scan系统; 咬合接触; 咬合分析; 临床应用

[中图分类号] R 739.8 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/gjkq.2013.01.029

Characteristics and clinical application of the T-Scan system Yu Tingting, Song Guangbao. (Dept. of Prosthodontics, Guangdong Provincial Stomatological Hospital, Guangzhou 510280, China)

[Abstract] The T-Scan system precisely records the time, force and area of occlusal contact, which also can be dynamically analysed. The T-Scan system can be better used in dental clinical work and research with the products updating and developing. This paper reviewed the characteristics and clinical application of the T-Scan system.

[Key words] T-Scan system; dental occlusion; occlusal analysis; clinical application

一直以来, 验学是大多数口腔医师的疑难点之一。常用的咬合检查方法包括咬合纸染色法、蜡片法、硅橡胶法、压力指示糊法、光验分析法等, 这些技术也一直作为评价、分析咬合力的有效方法。然而, 这些技术都不能精确检测出同步咬合接触点、咬合时间、咬合力及动态咬合情况^[1], 而T-Scan系统能协助口腔医师更好地评价与分析患者的咬合问题。

T-Scan系统是用来精确记录和全面分析咬合接触的力和时间以及两者间对应关系的工具, 它引入时间参数, 可以对咬合接触情况作动态的定量分析。1987年, T-Scan I系统问世。此后, T-Scan系统的硬件和软件系统不断更新, 其精确性和方便性更显优越。

1 T-Scan 系统的特点

T-Scan系统问世以来, 许多学者为了证实该系统能够准确地应用于临床和科研中, 对它的精确性、敏感度、可重复性等进行了研究。纵然这些研究并没得到学术界的一致认可, 但T-Scan系统全面分析咬合接触的特点对临床和科研工作仍

有很大的帮助。

1.1 敏感度

T-Scan系统的敏感度主要与传感薄膜的结构性能有关。有学者^[2]发现T-Scan I系统的薄膜传感器存在一定的无感应区, 在任意咬合关系中当感应器承受9.8~98 N的验力时T-Scan系统的敏感度与咬合力呈弱相关性的关系。而Yamamura等^[3]发现T-Scan I系统的传感器薄膜对力值为0.98~20.58 N的力最灵敏, 因此认为该系统更适用于测量较小的力量。Hirano等^[4]测得咬合力数值大小与敏感度有关, 一定的敏感度有相对的压力范围, 超过范围的咬合力不能精确测得。T-Scan系统的传感器是一个超薄(0.06~0.1 mm), 易弯曲的印刷电路, 横纵导线在马蹄形的咬合区内交叉成1500个以上的测感点, 当传感器受压时, 受压处的测感点横纵导线接触产生电流, 通过计算机分析, 可定量测量咬合接触和咬合力。因此, T-Scan系统测得的咬合力数值是一个相对值, 而不是绝对值, 但是可以通过校正曲线图来获得咬合力的绝对值^[5], 此外, T-Scan II系统与其他咬合记录方法比较, 敏感度不受唾液的影响^[6]。

Patyk等^[7]通过体内实验测试发现T-Scan I系统的敏感度、二维分辨能力较弱, 且感应器敏感性的变异过大, 认为这限制了T-Scan I系统的临床应用。随着T-Scan系统的不断更新改进, 最

[收稿日期] 2012-07-05; [修回日期] 2012-10-22

[作者简介] 于婷婷(1986—), 女, 广东人, 硕士

[通讯作者] 宋光保, Tel: 020-84427054

新的感受薄膜和软件系统在敏感度方面都有了很大的提高,这也大大提高了T-Scan系统在临床中的应用价值。

1.2 精确性

T-Scan的精确性和可重复性在许多学者争论和研究的焦点。Hirano等^[4]证实, T-Scan II系统能够精确比较咬合力大小,不仅能比较全口总咬合力大小,还能比较每一接触点咬合力的大小。他们还发现将相同的力量重复施加于传感薄膜,测量值会逐渐增大,在第4次施力时测量值将达到真实值的120%,这样会大大影响测量的准确性。但Tekscan公司宣称第4代传感器能够在患者口内重复使用15~25次,对准确性的影响甚低。

研究^[8-9]表明,传感器的精确度可达到100%。Hirano等^[4]认为T-Scan具有较高的精确度,而Garrido等^[10]也证实T-Scan系统能使90.3%受试者的咬合情况得到准确反映,这均提示T-Scan咬合分析仪是一种可靠的咬合测量工具。

胡志刚等^[11]经口内研究认为, T-Scan II系统及咬合片测量殆力中心(center of force, COF)距中线的垂直距离、左右侧力差值、接触点数目3个方面具有很高的重复性,其感应片对同一受试者至少可重复使用3次,且记录到的牙尖交错位接触点数目无显著性差异。Saracoglu等^[12]对T-Scan系统、咬合纸、咬合箔等殆记录方法的灵敏性进行了口内外的试验研究,结果显示:重复使用会导致殆记录方法的灵敏性和精确度降低。安薇薇等^[13]进一步检验T-Scan II系统记录结果的可重复性,发现为提高记录结果的可信性,使用T-Scan II系统记录牙尖交错位咬合接触时,应在近似的咬合强度下至少记录2次,或使用2枚感应片分别记录,以中等咬合强度为宜,并保证支架的标志点正确就位。

在颅颌及颈部脊柱整形领域广泛存在一个假说,即头部前伸的姿势会影响下颌骨的位置,进而影响殆关系。Makofsky^[14]认为头位的变化对早接触的测定有很大的影响,因此在进行T-Scan操作过程中建议患者取平躺位。Chapman等^[15]也发现体位的改变主要对早期发生的初始咬合接触点的位置存在影响,而后者作为引导因素起着将下颌从异常位置引导回到牙尖交错位的重要作用。而安薇薇^[13]发现受试者端坐位和45°仰卧位在牙尖交错位时的咬合接触面积和反映咬合力分布的各项指标均无显著性差异。但体位究竟对记录结果有

无影响还需要进一步更完善的研究。

由于牙周膜具有弹性,牙齿具有一定的生理动度,受试者的咬合强度会影响咬合接触点的数目和分布,并造成咬合接触面积的改变。虽然咬合强度对咬合接触点分布的影响尚无统一结论。但学者们一致认为重力咬合时,咬合接触点的数目和面显著高于轻力咬合,而咬合接触点数目增加,咬合接触面积增大。因此,在应用T-Scan系统时建议采集记录时控制在中等咬合强度^[13,16]。

1.3 不同模式下的特点

T-Scan系统有2种工作模式选择,分别为时间模式和压力模式。时间模式是按牙齿接触的先后顺序显示出咬合接触点和具体时间,压力模式是指系统按不同压力大小分级归类为不同的颜色,然后在测试过程中显示出牙齿接触的位点和相应力的对应颜色。

Garcia等^[6]应用T-Scan II系统的传感器证明T-Scan II系统能区分不同患者以及不同牙位的殆接触,但力学模式与时间模式得到的殆接触数目有差异,即时间模式下所测得的牙齿接触数目成比例地高于压力模式。但对于这2种模式下为什么所测牙齿接触数目会显著不同以及哪种模式对咬合记录分析更有效、可靠等研究甚少。

2 T-Scan系统的临床应用

T-Scan系统被认为是能有效地测量牙尖交错位时牙齿咬合接触点的数目和时间,并能定量分析检测数据的一种工具。虽然T-Scan系统的精确性与重复性备受争议,但它对部分临床与科研工作还是有很大帮助的。

2.1 在殆学中的应用

殆学主要研究咬合的生理病理特性,它是从咬合功能特点为中心,研究咬合的形态与功能及其相互关系、咬合的生理病理特征及其与相关组织结构直接相互关系的学科^[7]。现代殆的仪器检测方法很多,有咬合膜片检查、光咬合分析、咬合音图仪分析、T-Scan咬合分析仪分析、下颌运动轨迹描记仪分析、肌电图仪分析等。其中T-Scan系统能精确检测出咬合接触时间与力量,更方便对咬合接触的研究。Gonzalez等^[18]证实, T-Scan II系统在最大牙尖交错殆时对咬合接触分布的分析和评价是一种可靠的方法。Combada等^[19]建议将T-Scan系统、下颌运动轨迹描记仪与肌电图描记仪联合应用,有助于临床医师确定咬

合接触点的分布和力值、肌肉的活动和下颌的运动等以往甚感棘手的因素。但 Forrester^[20]通过体内试验认为, T-Scan 系统会影响肌电图的结果。Korioth^[21]发现大多数人牙尖交错位时双侧咬合接触的位点和数目是不对称的。此外, T-Scan 系统是用于评价咬合接触特征的重要工具, 可应用于临床和科研中各种相关的咬合关系的检测、分析与评价。

2.2 在口腔修复治疗中的应用

有学者在对牙齿严重磨耗的患者进行咬合重建中用 T-Scan 系统分析咬合力值, 发现患者戴用过渡性殆垫 1 个月后, 总咬合力值增加, 但不具有统计学意义。永久性修复 1 个月后, 总咬合力值增加明显且具有统计学意义。此外, T-Scan 系统能测出咬合时间和咬合分离时间, 这利于临床医师发现患者细微的殆干扰, 方便对局部义齿、全口义齿、种植义齿的精确调殆。

2.3 研究磨牙症的病因

殆因素与磨牙症的关系一直难以理清, 大部分学者认为磨牙症的发生与殆干扰的存在有关。有学者^[22]用 T-Scan II 系统对 23 名磨牙症患者与 13 名对照者分别进行正中殆位、前伸及侧方运动的咬合检查, 测量闭合接触时间、前伸与侧方运动殆分离时间, 观察平衡侧殆干扰出现的情况。结果发现, 平衡侧殆干扰可能是与磨牙症有密切关系的重要的殆因素。

2.4 研究隐裂综合征患者咬合特征

隐裂综合征是指发生于完整牙体的不完全折裂, 为人类常见的非龋性牙体硬组织病, 多发于中老年人, 裂纹常渗入到牙本质结构, 其病因与牙体解剖生理因素及生物力学因素密切相关。学者们^[23]应用 T-Scan II 系统对 20 例上颌第一磨牙隐裂的患者进行牙尖交错位、前伸及侧方运动的咬合检查, 并与同年龄段的个别正常殆进行对照, 发现不均衡咬合与殆干扰是磨牙隐裂的主要致病因子之一。

2.5 研究颞下颌关节紊乱综合征

颞下颌关节紊乱综合征是口颌系统的常见病和多发病, 其病因迄今未明, 关于殆因素在颞下颌关节紊乱综合征发生发展中的作用存在较大争议。以往关于殆接触的研究缺乏量化、客观、准确的手段, 而有学者^[24]应用 T-Scan II 系统比较颞下颌关节紊乱综合征患者与正常殆个体的殆力中心 COF 距中线的距离范围, 发现即使是正常殆个

体的 COF 也不一定在中线上, 但颞下颌关节紊乱综合征患者的 COF 明显偏离中线。

2.6 在其他方面的应用

在口腔正畸颌学科中, 常应用 T-Scan 系统分析术后咬合接触的特点, 评价手术对恢复正常咬合关系的实用性。此外, 可利用 T-Scan 系统预防牙颈部微裂的发生。目前, 侧方咬合时对殆干扰牙的侧向作用力被认为是导致牙颈部微裂形成的原因^[25], 应用 T-Scan II 系统记录整个侧方咬合的过程, 分析殆干扰的位置, 以及相关牙保持接触的时间。如果相关牙保持接触的时间超过了 0.3 s, 要结合咬合纸, 调除殆干扰点。这种治疗确保侧方咬合的侧向压力消除, 停止牙冠对釉牙骨质界的环状压力, 终止牙颈部微裂产生和发展的过程。

综上所述, T-Scan 咬合分析仪作为一种咬合接触的定量分析工具, 尽管其因结构和技术原因, 仍存在一些问题, 例如传感器精确性的可靠程度、未能检测咬合力量的方向等, 但在口腔临床和科研关于咬合接触特征的研究已显示出巨大的优点, 希望随着科技的进步, T-Scan 系统在口腔医学中的应用更精确、更广泛。

3 参考文献

- [1] Carey JP, Craig M, Kerstein RB, et al. Determining a relationship between applied occlusal load and articulating paper mark area[J]. *Open Dent J*, 2007, 1:1-7.
- [2] Tokumura K, Yamashita A. Study on occlusal analysis by means of "T-Scan system". 1. Its accuracy for measurement[J]. *Nihon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi*, 1989, 33(5):1037-1043.
- [3] Yamamura M, Takahashi A, Aoki H, et al. A study on display and accuracy contacts by means of T-Scan system[J]. *Kanagawa Shigaku*, 1990, 25(2):236-241.
- [4] Hirano S, Okuma K, Hayakawa I. *In vitro* study on accuracy and repeatability of the T-Scan II system[J]. *Kokubyo Gakkai Zasshi*, 2002, 69(3):194-201.
- [5] Throckmorton GS, Rasmussen J, Caloss R. Calibration of T-Scan sensors for recording bite forces in denture patients[J]. *J Oral Rehabil*, 2009, 36(9):636-643.
- [6] Garcia CA, Gonzalez SO, Garrido GVC. Analysis of two methods for occlusal contact registration with the T-Scan system[J]. *J Oral Rehabil*, 1997, 24(6):426-432.
- [7] Patyk A, Lotzmann U, Paula JM, et al. Is the T-Scan system a relevant diagnostic method for occlusal control[J]. *ZWR*, 1989, 98(8):686, 688, 693-694.
- [8] Maness WL, Podoloff R. Distribution of occlusal contacts in maximum intercuspation[J]. *J Prosthet Dent*, 1989, 62

(2):238-242.

[9] Reza MM, Neff PA. Reproducibility of occlusal contacts utilizing a computerized instrument[J]. Quintessence Int, 1991, 22(5):357-360.

[10] Garrido GVC, Garcia CA, Gonzalez SO. Evaluation of occlusal contacts in maximum intercuspation using the T-Scan system[J]. J Oral Rehabil, 1997, 24(12):899-903.

[11] 胡志刚, 郑明, 程辉. 正常牙尖交错位咬合接触的动态研究[J]. 福建医科大学学报, 2004, 38(2):173-175.

[12] Saracoglu A, Ozpınar B. *In vivo* and *in vitro* evaluation of occlusal indicator sensitivity[J]. J Prosthet Dent, 2002, 88(5):522-526.

[13] 安薇薇, 王邦康, 白玉兴. T-Scan II 咬合分析仪记录结果可重复性的临床评价[J]. 北京口腔医学, 2006, 14(2):112-115.

[14] Makofsky HW. The influence of forward head posture on dental occlusion[J]. Cranio, 2000, 18(1):30-39.

[15] Chapman RJ, Maness WL, Osorio J. Occlusal contact-variation with changes in head position[J]. Int J Prosthodont, 1991, 4(4):377-381.

[16] 陈一怀, 王慧芸, 马轩祥, 等. 不同力牙尖交错位咬合接触的计算机图像分析[J]. 实用口腔医学杂志, 2000, 16(4):268-271.

[17] 易新竹, 王美青. 骀学[M]. 2版. 北京:人民卫生出版社,

2007:8.

[18] Gonzalez SO, Garrido GVC, Garcia CA. Study of occlusal contact variability within individuals in a position of maximum intercuspation using the T-Scan system[J]. J Oral Rehabil, 1997, 24(4):287-290.

[19] Combadaou JC, Combelles R, Cadenat H. The value of mandibular kinesiography and of T-Scanning in the diagnosis and treatment of algo-dysfunctional syndrome of the temporomandibular joint[J]. Rev Stomatol Chir Maxillofac, 1990, 91(2):86-91.

[20] Forrester SE, Presswood RG, Toy AC, et al. Occlusal measurement method can affect SEMG activity during occlusion[J]. J Oral Rehabil, 2011, 38(9):655-660.

[21] Koriath TW. Analysis of working-side occlusal contacts [J]. Int J Prosthodont, 1990, 3(4):349-355.

[22] 张静露, 殷新民. 磨牙症患者骀接触特征的研究[J]. 实用口腔医学杂志, 2004, 20(3):319-322.

[23] 钱蕴珠, 李建. 磨牙隐裂患者骀接触特征的研究[J]. 实用口腔医学杂志, 2009, 25(1):55-57.

[24] 王琛, 殷新民. 颞下颌关节紊乱病患者骀接触特征的研究[J]. 口腔医学, 2004, 24(2):105-107.

[25] Goel VK, Khera SC, Singh K. Clinical implications of the response of enamel and dentin to masticatory loads [J]. J Prosthet Dent, 1990, 64(4):446-454.

(本文编辑 骆筱秋)

(上接第 112 页)

Effect on soft denture liner properties[J]. Gerodontology, 2012, 29(2):e179-e185.

[30] da Silva CH, Paranhos Hde F. Efficacy of biofilm disclosing agent and of three brushes in the control of complete denture cleansing[J]. J Appl Oral Sci, 2006, 14(6):454-459.

[31] Silva CH, Paranhos Hde F, Ito IY. Biofilm disclosing agents in complete denture: Clinical and antimicrobial evaluation[J]. Pesqui Odontol Bras, 2002, 16(3):270-275.

[32] McCabe JF, Murray ID, Laurie J, et al. A method for scoring denture plaque[J]. Eur J Prosthodont Restor Dent, 1996, 4(2):59-64.

[33] Paranhos Hde F, da Silva CH. Comparative study of methods for the quantification of biofilm on complete dentures[J]. Braz Oral Res, 2004, 18(3):215-223.

[34] Sheen SR, Harrison A. Assessment of plaque prevention on dentures using an experimental cleanser[J]. J Prosthet Dent, 2000, 84(6):594-601.

[35] Devlin H, Kaushik P. The effect of water absorption on acrylic surface properties[J]. J Prosthodont, 2005, 14(4):233-238.

[36] Mah TF, O'Toole GA. Mechanisms of biofilm resistance to antimicrobial agents[J]. Trends Microbiol, 2001, 9(1):34-39.

[37] Dills SS, Olshan AM, Goldner S, et al. Comparison of the antimicrobial capability of an abrasive paste and chemical-soak denture cleansers[J]. J Prosthet Dent, 1988, 60(4):467-470.

[38] Bening DG, Pesun IJ, Hodges J. Compliance of resilient denture liners immersed in effervescent denture cleansers [J]. J Prosthodont, 2005, 14(3):175-183.

[39] Peracini A, Davi LR, de Queiroz Ribeiro N, et al. Effect of denture cleansers on physical properties of heat-polymerized acrylic resin[J]. J Prosthodont Res, 2010, 54(2):78-83.

[40] Mähönen K, Virtanen K, Larmas M. The effect of prosthesis disinfection on salivary microbial levels[J]. J Oral Rehabil, 1998, 25(4):304-310.

[41] Paranhos HF, Silva-Lovato CH, de Souza RF, et al. Effect of three methods for cleaning dentures on biofilms formed *in vitro* on acrylic resin[J]. J Prosthodont, 2009, 18(5):427-431.

(本文编辑 王姝)