

# Advances in the Application of T-scan III Systems to Occlusal Analysis

Fengting Xie<sup>1</sup> Rigetu Zhao<sup>2\*</sup>

1. Graduate School of Inner Mongolia Medical University, Baotou, Inner Mongolia, 014030, China

2. Department of Stomatology, Fourth Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University, Baotou, Inner Mongolia, 014030, China

## Abstract

In the field of stomatology, the most common use of occlusal materials such as occlusal paper, silicone rubber, wax pieces, and the method of occlusal evaluation through occlusal pronunciation and occlusal state is difficult to preserve for a long time, and it is difficult to numerically analyze the occlusal state. Besides the traditional measurement method, T-Scan digital occlusal analysis system is the latest tool for measuring occlusal force, it introduces time parameters and can quantitatively and objectively analyze occlusal contact. At present, the system is widely used in normal occlusal, implant, repair, dental pulp, periodontal, orthodontic and other professional fields. The paper reviews the characteristics and clinical application progress of T-scan III system.

## Keywords

T-Scan system; bite force; clinical application

# 关于 T-scan III 系统应用于咬合分析的研究进展

谢奉廷<sup>1</sup> 昭日格图<sup>2\*</sup>

1. 内蒙古医科大学研究生学院, 中国·内蒙古 包头 014030

2. 内蒙古医科大学第四附属医院口腔科, 中国·内蒙古 包头 014030

## 摘要

在口腔医学领域里, 检查咬合最常使用的就是咬合纸、硅橡胶、蜡片等各种咬合印记材料以及通过咬合发音和咬合状态进行咬合评价的办法, 很难长期保存, 也很难将咬合状态数值化, 客观地分析咬合状态更是不可能的。除了传统的测量方法, T-Scan 数字化咬合分析系统是最新的用于测量咬合力的工具, 它引入了时间参数, 可以定量的客观分析咬合接触情况。目前, 该系统在正常牙合、种植、修复、牙体牙髓、牙周、正畸等专业领域都有广泛应用。论文针对 T-scan III 系统的特点及临床应用进展进行综述。

## 关键词

T-Scan 系统; 咬合力; 临床应用

## 1 引言

一直以来, 牙合学都是大多数口腔医师们难以攀登的高峰。1987年 Maness<sup>[1]</sup> 等发明了第一代 T-Scan 咬合分析记录仪, 该系统首次引入了时间概念。经过多年对硬件和软件系统的升级迭代, 2006年更新到第三代 T-Scan 咬合分析系统。T-Scan III 系统需要将传感器与电脑连接, 让患者咬合传感膜片以获取咬合数据, 还可以自动生成影像资料, 医生可以更

形象、直观地观察咬合的过程。该系统能精确地记录任意咬合点的分布以及早接触点, 能很好的指导医生精准调牙合。

## 2 T-Scan III 系统的特点

T-scan III 系统能同步显示力与其相对应的的时间, 可用于下颌运动的分析, 并且能精确对比记录任意咬合接触处的咬合力大小。对于 T-scan III 系统的敏感度、准确性和可重复性也得到了充分的证明。

### 2.1 敏感度

T-Scan III 系统的敏感度是由传感膜片所决定的。Yamamura<sup>[2]</sup> 等发现牙合力值为 0.98~20.58N 时传感器膜片最

【作者简介】谢奉廷 (1993-), 女, 内蒙古医科大学研究生学院 2018 级口腔医学在读硕士研究生, 从事口腔修复研究。

【通讯作者】昭日格图, 内蒙古医科大学第四附属医院口腔科主任医师, 硕士研究生导师。

灵敏,于是建议使用该系统测量较小的咬合力。Hirano<sup>[3]</sup>等通过体外研究测得的咬合力数值大小与敏感度有关,在一定的压力范围内测量比较敏感,而过大或者过小的咬合力很难精确测得。因此,T-Scan III系统获得的数据不是绝对值,而是一个相对值,如果需要也可以通过一定的方法矫正为绝对值。除此以外,该系统与其他传统的方法相比,其敏感度不受唾液的影响,对于咬合检查只能在口内进行的口腔医生们来说,这极大地提高了精准性。

## 2.2 精确性

T-Scan III系统的精确性是该系统最为关键的性能,因此一直以来都备受瞩目。Hirano通过体外研究证实,对于咬合力的测量是有比较高的精确度,尤其是中等高水平 and 默认水平范围内的力。他们还发现对于重复加载的力记录是相对稳定的。实验发现在重复加载后没有发现显著差异。相反,连续负载逐渐增加了力的记录,在第4次负载时达到了真实数值的120%。T-Scan III系统不仅可以客观的对比全口总咬合力大小,还能比较任意时间任意咬合接触点的咬合力数值。Garrido<sup>[4]</sup>等用时间统计法分析了咬合接触,结果表明90.3%的病例可以识别被测对象,他们通过实验证实了T-Scan III扫描系统的可靠性,认为这是一种准确的记录咬合接触的方法。

## 2.3 可重复性

T-scan系统发布后引发了学术界的质疑,随后,Tekscan公司发布了新一代T-scan咬合分析仪并且改进了传感膜片——高清晰度传感器。Kerstein<sup>[5]</sup>等验证了高清晰度(HD)传感器具有较小的标准差数据传播,比起之前的传感器具有更一致的咬合力再现能力。Koos<sup>[6]</sup>等研究了42位对象(23位男性和19位女性,年龄20-30,中位年龄26岁)。为每位受试者准备了两张膜片,记录了总共30个咀嚼周期。统计分析更换膜片和重复测量都不会对测量值产生任何统计学上的显著影响。结果表明T-scan III系统的传感膜片具有较好的可重复性。Lee W<sup>[7]</sup>将T-Scan的传感膜片放于钛制的上颌和下颌模型之间,这些模型是平衡牙合状态并安装在半可调牙合架上。用万能试验机将压力施加到咬合架的上臂,逐渐增加到50 N,然后自动释放。通用测试机和被测设备的时间和力测量值通过运行软件程序进行记录。由两名人员分别进行3次测试,并连续几天重复进行。实验证实T-scan系统有较

可靠的可重复性。

## 3 T-Scan III系统的临床应用

### 3.1 正常咬合方面的应用

Filtchev<sup>[8]</sup>等使用T-Scan III系统研究了正中咬合centric occlusion(CO)时咬合接触的数量和分布。记录了42例牙列完整的安氏I类青年志愿者的咬合状况,并且扫描了蜡模型和硅橡胶模型在正中咬合的咬合接触情况。结果显示CO时的最大牙合力分布:全口有32颗牙齿时分布于第三磨牙上;全口有28颗牙齿时分布于第二磨牙上;同蜡片和硅橡胶的咬合记录一致。此实验说明了用T-Scan III系统可以方便、快捷地精准掌握正常牙列磨牙咬合接触情况。关于侧方牙合平衡的研究,王琰玲<sup>[9]</sup>等用T-Scan III系统研究了个别正常牙合从牙尖交错位侧方运动至尖牙尖对尖过程中的咬合接触,而且比较了不同侧方咬合者在咬合运动至尖对尖颌位时的相力。

### 3.2 种植修复方面的应用

Hämmerle<sup>[10]</sup>有研究表明,牙列中同时存在天然牙和种植义齿时,与天然牙相比,种植义齿的触觉感知阈值高出8倍以上。由于种植体周围没有牙周膜结构,也就没有感受器反馈的自我保护,咬合敏感性明显降低,这也就意味着种植义齿承担较大的咬合力时没有缓冲,最终可能导致种植修复失败。因此,对于种植修复体的牙合力分布设计,要使牙合力沿种植体长轴传导,尽量使其较少的承受侧向力和应力集中,降低种植修复的失败率。

### 3.3 口腔修复方面的应用

口腔修复的关键在于建立平衡牙合关系,在全口义齿修复方面,咬合不平衡往往会导致固位不良、咬合疼痛、咀嚼效率低下等,T-Scan III咬合分析系统可以为咬合分析提供可靠的依据。在可摘全口义齿修复方面,Olivieri<sup>[11]</sup>等用T-Scan III系统对全口义齿进行调牙合后发现,全口义齿的稳定性明显增强。Sierpinska<sup>[12]</sup>等用T-Scan III系统测量了25个全口义齿志愿者的咬合参数,数据显示,咀嚼时间延长可缩短咬合时间,而咀嚼平台面积与咀嚼次数无关。在固定义齿修复方面,Kalachev<sup>[13]</sup>控制22例患者的静止和功能性咬合关系,使用T-Scan III系统对22名患者的接触咬合对照记录及临床随访,追踪记录了6年,结果显示,患者双侧咬合数值相似,并且对修复体没有感到任何不适。本实验说明了T-Scan III

系统具有实现咀嚼功能平衡的潜力。

### 3.4 颞下颌关节病治疗方面的应用研究

Ciavarella<sup>[14]</sup>等选择了9名TMD患者和9名健康对照组,对他们分别进行T-Scan III咬合测试,并且在息止颌位和最大咬合位用肌电仪肌电信号测试。结果表明:健康对照组咬合力中心差异不超过5%,TMD组咬合力中心差异大于5%;表面肌电显示:TMD组的最大咀嚼肌肌电活动始终低于健康对照组。张渊<sup>[15]</sup>等用T-Scan III系统分析记录TMD患者在调牙合前和调牙合后的咬合数据,再结合患者的主观疼痛感进行综合评价。实验显示:调牙合治疗后的咬合接触点明显增加,且两侧趋于平衡接触,并且患者疼痛感明显降低。上述研究表明,T-Scan III系统可以实现精准调牙合,建立自然牙列的稳定咬合关系,对TMD患者具有积极的治疗作用。

### 3.5 正畸治疗方面的应用

T-Scan III系统也可为正畸患者提供咬合检查,对比疗前与后的数据,观察治疗的效果。安徽薇<sup>[16]</sup>等使用T-Scan III对14例经正畸治疗获得正常牙列形态的青少年错牙合畸形患者与正常牙合健康人进行ICP的牙合接触特征比较。结果显示:相较于正常牙合健康人,青少年在正畸后前牙受力明显偏大。

### 3.6 牙体牙髓治疗方面的应用

朱雅男<sup>[17]</sup>等选择了15名早期牙隐裂患者,使用T-scan III系统记录他们调牙合前后在牙尖交错位及侧方咬合的全过程。探索T-scan III系统对于牙隐裂患者进行调牙合是否可行。通过分析相关数据,证明该系统可作为牙隐裂早期干预的手段之一。

### 3.7 牙周治疗方面的应用

贾洪诚<sup>[18]</sup>等选取26个慢性牙周炎患者,先进行常规龈上洁治术、龈下刮治术和根面平整术以及口腔卫生指导。然后用T-scan III系统分别测量记录治疗前6周和治疗后6周的咬合数据,对比其差异得出这样的结论,患者的咬合状态可以通过牙周治疗得到改善,T-scan III系统用于精确记录患者的咬合数据的变化。

### 3.8 其他方面的应用

解建立<sup>[19]</sup>等通过长期随访观察得出:楔状缺损充填治疗

配合调牙合治疗的疗效要远好于不调牙合。在诊断牙隐裂方面,钱蕴珠<sup>[20]</sup>等应用T-Scan III系统对20例牙隐裂的患者进行多方面的咬合检查,结果表明不均衡咬合与牙合干扰是牙隐裂的主要致病因子之一。

## 4 结论

咬合的检查和析贯穿在口腔医生的临床工作和科研工作中,除了使用各种传统的咬合印记材料,现今最先进也最精确的就是T-Scan数字化咬合分析仪,该系统将咬合力与时间两个维度很好的协同展现,可以量化牙合学的相关指标,让医生能客观地分析咬合情况。多篇文献报道该系统在口腔医学各个专业领域进行咬合分析都获得了很可靠的结果。

## 参考文献

- [1] Maness WL, Benjamin M, Podoloff R, Bobick A, Golden RF. Computerized occlusal analysis: a new technology[J]. Quintessence Int, 1987(04):287-292.
- [2] Yamamura M, Takahashi A, Aoki H, Takeuchi N, Endo Y, Tamaki K, Sano Y, Fujiwara S, Fujita T, Kusunoki S. A study on display and accuracy of occlusal contacts by means of T-Scan System[J]. Kanagawa Shigaku, 1990(02):236-241.
- [3] V-Hirano S, Okuma K, Hayakawa I. In vitro study on accuracy and repeatability of the T-Scan II system[J]. Kokubyo Gakkai Zasshi, 2002(03):194-201.
- [4] Garrido García VC, García Cartagena A, González Sequeros O. Evaluation of occlusal contacts in maximum intercuspation using the T-Scan system[J]. Oral Rehabil, 1997(12):899-903.
- [5] Kerstein RB, Lowe M, Harty M, Radke J. A force reproduction analysis of two recording sensors of a computerized occlusal analysis system[J]. Cranio, 2006(01):15-24.
- [6] Koos B, Godt A, Schille C, Göz G. Precision of an instrumentation-based method of analyzing occlusion and its resulting distribution of forces in the dental arch[J]. J Orofac Orthop. 2010(06):403-410.
- [7] Lee W, Kwon HB, Kim MJ, Lim YJ. Determination of the reliability and repeatability of a quantitative occlusal analyzer by using a piezoelectric film sensor: An in vitro study[J]. J Prosthet Dent, 2020(20):30577.
- [8] Filtechev AD, Kalachev YS. Phenomenon of domination of the strongest contacts in centric occlusion[J]. Quintessence Int,

- 2008(03):99-106.
- [9] 王琰玲,殷新民.不同侧方牙合型者尖对尖颌位时相对牙合力的比较研究[J].口腔医学,2009(09):476-478.
- [10] Hämmerle CH, Wagner D, Brägger U, Lussi A, Karayiannis A, Joss A, Lang NP. Threshold of tactile sensitivity perceived with dental endosseous implants and natural teeth[J]. Clin Oral Implants Res, 1995(02):83-90.
- [11] Olivieri F, Kang KH, Hirayama H, Maness WL. New method for analyzing complete denture occlusion using the center of force concept: a clinical report. J Prosthet Dent, 1998(05):519-523.
- [12] Sierpinska T, Golebiewska M, Lapuc M. The effect of mastication on occlusal parameters in healthy volunteers[J]. Adv Med Sci, 2008(02):316-320.
- [13] Kalachev IS. Evaluation of the T-scan system in achieving functional masticatory balance[J]. Folia Med (Plovdiv), 2005(01):53-57.
- [14] Ciavarella D, Mastrovincenzo M, Sabatucci A, Parziale V, Granatelli F, Violante F, Bossù M, Lo Muzio L, Chimenti C. Clinical and computerized evaluation in study of temporomandibular joint intracapsular disease[J]. Minerva Stomatol, 2010(03):89-101
- [15] 张渊,王美青.应用 T-ScanII 系统对 TMD 患者调牙合治疗的分析研究[J].实用口腔医学杂志,2003(03):238-240
- [16] 安薇薇,王邦康,白玉兴.青少年错牙合畸形正畸后舌尖交错位牙合接触特征初探[J].中华口腔医学杂志,2009(12):735-738.
- [17] 朱雅男,杨卫东,王文梅.T-Scan II 咬合分析数据作为早期牙隐裂调牙合干预指标的应用研究[J].口腔医学研究,2011(06):495-497+500.
- [18] 贾洪诚,王璇.应用 T-Scan III 型系统分析牙周基础治疗前后咬合变化的临床研究[J].实用口腔医学杂志,2015(04):484-487.
- [19] 解建立.牙合力对楔状缺损的发生及疗效的影响[D].济南:山东大学,2007.
- [20] 钱蕴珠,李建.磨牙隐裂患者(牙合)接触特征的研究[J].实用口腔医学杂志,2009(01):55-57.