

体感诱发电位的临床应用与研究进展

杜泓衡

重庆市荣昌区人民医院神经内科, 重庆

收稿日期: 2025年4月21日; 录用日期: 2025年5月13日; 发布日期: 2025年5月21日

摘要

体感诱发电位(Somatosensory Evoked Potentials, SEP)是一种灵敏且客观的神经电生理学检测技术, 已逐渐成为临床电生理检测的重要手段之一, 有效弥补了传统影像学检测的部分不足。本文系统阐述了SEP的传导通路及其主要波形的发生源, 并深入探讨了SEP在临床诊断与检测中的广泛应用, 包括中枢神经系统与周围神经系统的病变检测、昏迷及脑死亡鉴定, 以及创伤和手术过程中感觉通路的检测价值。同时, 详细分析了影响SEP的因素及其优劣势, 旨在为临床工作者提供全面且实用的参考, 以促进SEP在神经病学领域的合理应用与深入研究。

关键词

体感诱发电位, 神经病学, 电生理

Clinical Application and Research Progress of Somatosensory Evoked Potentials

Hongheng Du

Department of Neurology, Rongchang District People's Hospital of Chongqing, Chongqing

Received: Apr. 21st, 2025; accepted: May 13th, 2025; published: May 21st, 2025

Abstract

Somatosensory Evoked Potentials (SEP) is a sensitive and objective neuroelectrophysiological detection technique, which has gradually become one of the important means of clinical electrophysiological detection, and effectively makes up for some of the shortcomings of traditional imaging detection. This article systematically describes the conduction pathways of SEP and the source of the main waveforms, and deeply discusses the wide application of SEP in clinical diagnosis and detection, including the detection of central nervous system and peripheral nervous system lesions, coma and brain death identification, and the detection value of sensory pathways during trauma

and surgery. At the same time, the influencing factors, advantages and disadvantages of SEP were analyzed in detail, in order to provide comprehensive and practical reference for clinical workers and promote the rational application and in-depth research of SEP in neurology.

Keywords

Somatosensory Evoked Potential, Neurology, Electrophysiology

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,随着信息科学和计算机技术的发展,诱发电位(Evoked Potentials, EP)的应用已逐步从实验室拓展到了临床领域。EP 是指神经系统在受到听觉、视觉或躯体感觉等感官刺激时所产生的电信号反应,为神经功能的评估提供了重要依据[1]。EP 提供了一种评估神经系统神经活动的无创方法。鉴于感觉和运动通路的解剖学特征,以及它们与意识和认知过程相关区域的邻近性,EP 能够有效检测和定位神经功能障碍,尤其适用于发现传统方法难以察觉的神经系统疾病及亚临床病变[2]。

体感诱发电位(Somatosensory Evoked Potentials, SEP)是 EP 的一种,它通过电流或其他物理刺激(如触觉、机械和热等)作用于神经系统的外周神经末梢,从而在脊髓、皮质下以及皮层水平的感觉通路中引发一系列复杂的电位变化[3]。当感觉传导通路中的神经结构出现破坏或功能异常时,这些变化可以被 SEP 所记录。因此,SEP 已被广泛应用于研究皮层、脑干、脊髓、感觉脊神经根和周围神经的病变。

2. SEP 的传导通路及可能的发生源

2.1. SEP 的传导通路

SEP 的传导通路涉及多个神经结构,依次包括周围神经及神经丛和神经根、脊神经节、脊髓后索(薄束、楔束)、颅内结构(延髓、丘脑)以及大脑中央后回及躯体感觉皮层。其中,背柱-丘系的神经元分类与投射关系复杂,其可分为四类神经元,一级神经元的体细胞位于背根神经节、三叉神经节、中脑三叉神经核和迷走神经节结节。第二级神经元位于背柱核内,第二级神经元的轴突穿过中线。这两个系统都投射到丘脑腹后核(三级神经元),并从那里进入躯体感觉皮层区域网络(四级神经元)[3]。

2.2. SEP 主要波形神经发生源

通过对猴脑采用解剖学和微电极等动物实验研究,目前普遍认为:体感刺激通过传导通路至大脑皮层后,在大脑皮层的处理涉及多个区域,包括中央后回(SI)、顶叶脑盖区(SII)、后顶皮层和颗粒状前额皮层以及边缘区等,这些区域相互连接,构成复杂的皮层网络。这些皮层是相互连接的(或皮层通路连接,或经丘脑驿站连接)。当刺激腕部正中神经时利用 MRI 图像和 ECD 建模,可发现在大脑半球的外层有 6 个 SEFs 的发生源,它们分别是:1、重要沟后壁(SI)区、外侧裂上壁-顶叶岛盖(SII)和顶间沟两侧;2、同侧的 SII 区;3、双侧的额中或额下回。仅 SI 的发生源(短潜伏期电位 < 50 ms)在刺激后 20~60 ms 被激活,其他各发生源在 70~140 ms 激活。这样的时间分别说明,从 SI 区来的体感传入冲动,经过一系列前馈投射,受到高级皮层区的反馈影响。而全部的发生源的电活动有着“锁时”关系,它们的持续电活动,通过反馈投射的上-下调控有时间上的同步性。在通路受阻或功能受损时将影响各个电位的潜伏期和

波幅。

关于 SEP 的神经发生源多侧重于基础研究方面,对临床重要的是明确了 P14 起源于桥延交界处交叉后的内丘起始端, N18 起源于低位脑干(可能为几个核团的突触后电位)。头部近场的电位可分为:一级皮层原发反应(S1PR),在刺激腕部正中神经时产生,主要是指 25 ms 以内的皮层电位。中潜伏期皮层电位,则是指 70 ms 和 100 ms 以内的皮层电位[4]。

2.3. 上肢的部分电位起源

顶叶 N20-P25 (N19-23, N20-P27, N20-P30), 来源于丘脑腹后外侧核的丘脑-皮层放射轴突投射。它们由周围 $I\alpha$ 纤维传入,并终止于相应的 S1 区。上肢的中潜伏期成分: N35 可能是由细径纤维经丘脑腹后外侧核投射到一级躯体感觉皮层。有作者发现, N20 和 N35 可以单独受累,当 N20 正常时,而 N35 及以后的各波异常,也有部分相反的情况发生。这些研究提示,大脑的皮层网络电活动复杂,难以用一元论来解释。P45 可能来源于大脑皮层联合区,广泛地分布在头部,可能是从脑干经过多突触通路上行网状系统传递到联合区,也可能是通过后索-丘脑放射经 S1 再到联合区。它的发生源可能不仅仅在顶叶。既往研究表明, N60 可能来源于脑干非特异多突触通路中介的皮层电位[4]。

2.4. 下肢的部分电位起源

P40 分布在半球间纵列内旁中央小叶, N45 的起源尚不明确, P60 见于双顶部。N75 分布广泛,可能与网状非特异系统多突触传导有关。

3. SEP 的临床应用

EPs 作为神经学检查的补充,对感觉系统的传导异常是敏感的。SEP 的潜伏期通常反应神经传导速度及突触传递效率,延长提示脱髓鞘或者突触连接丢失。SEP 的波幅与同步和神经元放电数量有关,降低可能源于皮层抑制或突触连接丢失。SEP 的敏感性在主观病史或体格检查不明确的情况下尤为明显,从而揭示了感觉系统的亚临床受累性,特别是当中枢神经系统其他部位的症状提示脱髓鞘或突触连接丢失以及功能抑制时。SEP 有助于定义病理过程的解剖分布,且提供了一个神经系统病理生理学改变过程的证据[5]。

SEP 刺激通常由经上下肢皮肤施加的短暂的脉冲电流构成,它通过刺激外周感觉纤维(如正中神经或胫神经)信号经脊髓-丘脑通路传递至体感皮层,由中枢驿站加工传入大脑中枢,进行反馈。就脉冲强度而言,当刺激强度在感觉阈值的 3~4 倍之间时,中枢诱发反应达到最大振幅,相当于略高于运动阈值[2][6]。这种脉冲电流会刺激周围神经纤维,当触发的电活动进入中枢神经系统时,会到达位于周围神经纤维入口水平的髓质灰质中的局部中间神经元,沿着内侧游丘神经通路向上通过束-束核和游丘神经核,腹后外侧核或内侧核,然后,通过丘脑皮质辐射到达大脑皮层的主要区域[2][3]。

SEP 从解剖功能的角度可以理解为能够产生不同的波或组成部分的“发电机”。缺乏预期的波或组成部分表明该通路在前段或其产生器水平受到损害。另一方面,预期的成分存在,但具有延长的潜伏期,表明存在髓鞘磷脂损伤[2]。异常 SEP 的标准包括没有任何特异性波和峰间间隔的延长,如 N13、N20 缺失或 N13~N20 间隔延长,提示髓质与感觉皮层之间存在病变。为了建立神经结构活动和头皮上记录的电位之间的因果关系,需要满足的标准是基于 SEP 的起源。源结构外部测量的电位可分为近场和远场两种类型。近场电位直接反映局部电活动。近场电位信号在离刺激发生器最近的点是最大的。外周神经刺激产生有时间限制的动作电位序列和固定的突触后电位沿背侧体感觉通路。空间和体积传导以及叠加效应使 SEP 可以在头皮表面记录。SEP 的位移潜伏期随刺激记录距离的增加而增加,而静止 SEP 潜伏期则随刺激距离的增加而增加。在这方面,神经事件和表面电位之间一定存在同步性。有证据表明,神经事件

产生的信号可以被记录在原始结构之外,而且没有其他同时发生的神经活动可以解释记录在头皮上的信号[7]。

在神经丛病变中,可以帮助定位节前节后(纤维)损伤,因节后损伤可通过手术治疗,但伴有根性撕脱的患者预后极差。结合感觉神经传导,如果感觉神经波幅正常,表明为节前纤维的受损。这是 SEP 中 N13 波幅降低,反应整个臂丛受损,而 N9 缺失或波幅降低则提示节后纤维受累。

在脊髓功能障碍中,SEP 对脊髓后索通路的受累很敏感,因此可以通过评估可疑脊髓功能障碍的临床情况和该通路受累的客观记录来检测亚临床受累。在其他脊髓通路受累但后索通路得以保留的情况下,SEP 反应正常。然而,一个例外是与刺激神经相关的灰质受累,在这种情况下与正中神经相关的 N13 成分(或下肢的 N22)可能缺失,该成分由节段性中间神经元产生[5]。

在脑和脊髓创伤患者的应用中,SEP 可以动态监测,是一种评估病情严重性和预后的重要神经生理学技术。在神经危重症监测中,最常用的是正中神经体感诱发电位,它可以评估周围感觉神经与皮层投射的完整连接[8]。

对于评估昏迷患者的脑功能,短潜伏期的 SEP 是重要的方法,SEP 不会因代谢和药理学状态而改变[9][10]。双侧皮质波形反应缺失是预后不良的可靠标志。单侧保留波形反应的患者可能表现出功能恢复。72 小时后记录的双侧皮质 N20 反应缺失可以预测死亡或持续植物状态,在缺氧缺血性脑损伤情况下特异性为 99%,在创伤性昏迷情况下特异性约为 95% [11][12]。

在检测脑干的功能障碍中,SEP 同样是敏感的。在丘脑受累的病变中,所有波均正常,但皮质源性波减少或缺失,或潜伏期延长。这与 3b 区皮层受累的反应模式相同[8][10]。基于此,SEP 目前也用于脑死亡鉴定的评估,在脑死亡时,患者的 N13 电位存在,表明输入的冲动可以达到脊髓(下颈段脊髓后角)-延髓,而 N20 及后续各波成分缺失,这说明通过 SEP 通路上行的电活动终止在延髓以下节段。

在皮质性肌阵挛的病例中,利用 SEP 技术,经常记录到具有显著高振幅的电位。这些被称为巨大的电位,有时可以在脑电图中观察到。这些发现具有临床应用价值,因为它们反映了皮质兴奋性的增高。SEP 具“锁时关系”的各个波成分异常增高的波幅被认为是一种大脑皮层过度兴奋性的表达。其病理生理机制尚不清楚,但可能反映了皮质功能异常,并在远处反射。因此,躯体感觉皮层的高兴奋性可诱导运动皮层锥体束神经元产生肌阵挛性癫痫[13][14]。

在多发硬化患者中,SEP 可广泛异常,比如各个波形的潜伏期延长或者整体波形波幅降低,或者左右对称性差则提示中枢神经具有多处病灶存在。但其异常并不具有特征性改变。可作为临床症状以及影像学补充,并用于评估受累程度。

在皮层功能评估方面:SEP 的早期成分(N20)反映 S1 区对感觉输入的初始处理,而晚期成分(P40~N140)涉及顶叶-前额叶的注意调控。研究发现,注意力任务可使 N140 波幅增加 30%~50%,表面高阶皮层对感觉信息的自上而下条件。在皮层可塑性方面动态监测:比如钢琴家经长期训练后,手指刺激诱发的 SEP 波幅较常人高 2 倍,提示 S1 区突触效能增强。脑损伤后重组:卒中患者健侧半球 SEP 成分(如 P25)潜伏期缩短,可能反映跨半球代偿机制。

相关文献证实,精神疾病躯体感觉激活异常加工可导致 SEP 的异常形态[15]-[18]。比如上下肢体感诱发电位的各个波成分对称性波幅整体增高或降低,往往提示了躯体感觉激活神经元活性异常敏感或降低,导致对感觉激活的兴奋性发生改变。或者在一级皮层原发反应时,潜伏期与波幅正常,而在中长潜伏期时,波成分波幅显著降低或者缺失。这反应了在冲动传入大脑皮层,皮层的反馈网络的信号传导障碍。根据 Hagenmuller 等人的研究,在有精神病风险的个体中,早期躯体感觉处理的缺陷可能不是精神病遗传风险的标志,而是可能反映了状态依赖因素。另一方面,向精神病的过渡似乎代表了危险状态下突触连接减少和慢性状态下门控障碍之间的一个过渡阶段[19]。

4. SEP 的影响因素及优劣势

4.1. 影响因素

患者年龄对 SEP 波形潜伏期和波幅有一定影响,在老年人群中,SEP 的波幅可增高。身高对 SEP 的影响主要体现在潜伏期。当室温过低,人群皮温下降,则会影响感觉纤维的传导,进而影响整个通路的活动。而长期服用镇静类或影响皮层兴奋性的药物则可能影响 SEP 各成分的完整性与连接性。

4.2. 优劣势

随着影像学技术的发展,头颅 CT、MRI、彩色经颅多普勒超声等影像学检查广泛地应用于中枢神经疾病的定位定性诊断。但目前较难以准确判断中枢神经皮层的功能受累。而 SEP 可早期反映其整个通路神经功能改变,受损节段,较为客观地评估周围神经-中枢神经系统功能损伤程度,因 SEP 是实时的人体躯体生活电的记录,且的敏感性常常在结构改变之前发现亚临床改变,它弥补了影像学在功能评估方面以及变性病诊断方面的不足[20][21]。SEP 也有一定局限性,虽可早期敏感地反映传导通路各部分联系纤维损伤情况,但目前研究的文献当中,由 SEP 波形变化特征分析病理改变类型、精确定位损害部位的研究尚不够深入。一些研究显示,根据本土感觉通路延髓薄/楔束核上教程至对侧的解剖特点,如果以单病灶考虑,则提示延髓病变可能,若按多灶性考虑,多发性硬化也可出现交叉异常。此时往往要结合临床病史以及其他诱发电位比如 VEP、BAEP 等帮助判断。SEP 对于病变的敏感性较高,但对疾病的定性诊断缺乏特异性[22]。

5. 小结与展望

SEP 因属于长通路电信号记录,它可以早期、灵敏、客观地判断其通路中各部分的受损情况,在周围神经系统、脊髓损害、中枢神经系统、皮层兴奋性等各个方面均具有重要应用价值,由于 SEP 各个波形成分的神经发生源尚不明确,并对疾病不具有特异性,因此 SEP 通常作为临床辅助诊疗手段,在临床应用时应结合患者临床病理资料及其他检查结果而做出全面、客观的、合理的解释[23]-[27]。综上所述,EPs 应被视为一种重要的神经病学检查的补充手段,因为它可以证实补充其他影像学不能达到的功能评估方面,且具有无创、可重复性。

基金项目

本文由重庆市荣昌区科学技术局 2024 年社会事业科技计划项目资助(项目编号: RCSTC2024-9-7)。

参考文献

- [1] Ali, S., Poornima, S., Balaji, P., Shankar, V. and Kutty, K. (2013) Median Nerve Somatosensory Evoked Potentials in Medical Students: Normative Data. *Advanced Biomedical Research*, **2**, 56. <https://doi.org/10.4103/2277-9175.115797>
- [2] Fustes, O.J.H., Kay, C.S.K., Lorenzoni, P.J., Ducci, R.D., Werneck, L.C. and Scola, R.H. (2021) Somatosensory Evoked Potentials in Clinical Practice: A Review. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, **79**, 824-831. <https://doi.org/10.1590/0004-282x-anp-2020-0427>
- [3] Cruccu, G., Aminoff, M.J., Curio, G., Guerit, J.M., Kakigi, R., Mauguiere, F., *et al.* (2008) Recommendations for the Clinical Use of Somatosensory-Evoked Potentials. *Clinical Neurophysiology*, **119**, 1705-1719. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2008.03.016>
- [4] 潘映辐. 临床诱发电位学[M]. 第 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2000.
- [5] Walsh, P. (2005) The Clinical Role of Evoked Potentials. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, **76**, ii16-ii22. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2005.068130>
- [6] American Electroencephalographic Society (1984) American Electroencephalographic Society Guidelines for Clinical Evoked Potential Studies. *Journal of Clinical Neurophysiology*, **1**, 3-54. <https://doi.org/10.1097/00004691-198401000-00002>
- [7] Mideksa, K.G., Hellriegel, H., Hoogenboom, N., Krause, H., Schnitzler, A., Deuschl, G., *et al.* (2012) Source Analysis

- of Median Nerve Stimulated Somatosensory Evoked Potentials and Fields Using Simultaneously Measured EEG and MEG Signals. 2012 *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, San Diego, 28 August-1 September 2012, 4903-4906. <https://doi.org/10.1109/embc.2012.6347093>
- [8] André-Obadia, N., Zyss, J., Gavaret, M., Lefaucheur, J., Azabou, E., Boulogne, S., *et al.* (2018) Recommendations for the Use of Electroencephalography and Evoked Potentials in Comatose Patients. *Neurophysiologie Clinique*, **48**, 143-169. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2018.05.038>
 - [9] Cheung, Y.M., de Heer, I.J., Stolker, R.J. and Weber, F. (2021) Midlatency Auditory Evoked Potentials during Anesthesia in Children: A Narrative Review. *Pediatric Anesthesia*, **31**, 1031-1039. <https://doi.org/10.1111/pan.14252>
 - [10] Radwan, H.M., El-Gharib, A.M., Erfan, A.A. and Emara, A.A. (2016) Auditory Brain Stem Response and Cortical Evoked Potentials in Children with Type 1 Diabetes Mellitus. *Acta Oto-Laryngologica*, **137**, 511-515. <https://doi.org/10.1080/00016489.2016.1252059>
 - [11] Young, G.B., Wang, J.T. and Connolly, J.F. (2004) Prognostic Determination in Anoxic Ischemic and Traumatic Encephalopathies. *Journal of Clinical Neurophysiology*, **21**, 379-390.
 - [12] Amantini, A., Fossi, S., Grippo, A., Innocenti, P., Amadori, A., Bucciardini, L., *et al.* (2009) Continuous EEG-SEP Monitoring in Severe Brain Injury. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, **39**, 85-93. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2009.01.006>
 - [13] Orsini, A., Valetto, A., Bertini, V., Esposito, M., Carli, N., Minassian, B.A., *et al.* (2019) The Best Evidence for Progressive Myoclonic Epilepsy: A Pathway to Precision Therapy. *Seizure*, **71**, 247-257. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2019.08.012>
 - [14] Vidal-Dourado, M., Nunes, K.F., Guaranha, M.S.B., Giuliano, L.M.P., Yacubian, E.M.T. and Manzano, G.M. (2016) Expression of Praxis Induction on Cortical Excitability in Juvenile Myoclonic Epilepsy. *Clinical Neurophysiology*, **127**, 2551-2560. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2016.03.028>
 - [15] Zhou, L., Bi, Y., Liang, M., Kong, Y., Tu, Y., Zhang, X., *et al.* (2019) A Modality-specific Dysfunction of Pain Processing in Schizophrenia. *Human Brain Mapping*, **41**, 1738-1753. <https://doi.org/10.1002/hbm.24906>
 - [16] Andrade, G.N., Butler, J.S., Peters, G.A., Molholm, S. and Foxe, J.J. (2016) Atypical Visual and Somatosensory Adaptation in Schizophrenia-Spectrum Disorders. *Translational Psychiatry*, **6**, e804-e804. <https://doi.org/10.1038/tp.2016.63>
 - [17] Vaseghi, B., Zoghi, M. and Jaberzadeh, S. (2015) Differential Effects of Cathodal Transcranial Direct Current Stimulation of Prefrontal, Motor and Somatosensory Cortices on Cortical Excitability and Pain Perception—A Double-Blind Randomised Sham-Controlled Study. *European Journal of Neuroscience*, **42**, 2426-2437. <https://doi.org/10.1111/ejn.13043>
 - [18] Daskalakis, A.A., Zomorodi, R., Blumberger, D.M. and Rajji, T.K. (2020) Evidence for Prefrontal Cortex Hypofunctioning in Schizophrenia through Somatosensory Evoked Potentials. *Schizophrenia Research*, **215**, 197-203. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2019.10.030>
 - [19] Hagenmuller, F., Heekeren, K., Theodoridou, A., Walitza, S., Haker, H., Rössler, W., *et al.* (2014) Early Somatosensory Processing in Individuals at Risk for Developing Psychoses. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, **8**, Article 308. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2014.00308>
 - [20] 王乾. 神经电生理监测重症脑血管病脑功能及预后评价[D]: [硕士学位论文]. 保定: 河北大学, 2015.
 - [21] Yilmazer, C., Boccuni, L., Thijs, L. and Verheyden, G. (2019) Effectiveness of Somatosensory Interventions on Somatosensory, Motor and Functional Outcomes in the Upper Limb Post-Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *NeuroRehabilitation*, **44**, 459-477. <https://doi.org/10.3233/nre-192687>
 - [22] 邵西仓, 李晓裔. 肌电图诱发电位基础与实践[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2022.
 - [23] 张建刚, 杨清成. 脑功能多元化监测对重症脑血管病脑功能及预后评估的价值[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2016, 19(23): 117-118.
 - [24] Tjepkema-Cloostermans, M. and Horn, J. (2017) Somatosensory Evoked Potentials in Patients with Hypoxic-Ischemic Brain Injury. *Seminars in Neurology*, **37**, 60-65. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1594252>
 - [25] Novais, E.N., Heare, T., Kestel, L., Oliver, P., Boucharel, W., Koerner, J., *et al.* (2017) Multimodal Nerve Monitoring during Periacetabular Osteotomy Identifies Surgical Steps Associated with Risk of Injury. *International Orthopaedics*, **41**, 1543-1551. <https://doi.org/10.1007/s00264-016-3394-x>
 - [26] Adhikari, R.B., Takeda, M., Kolakshyapati, M., Sakamoto, S., Morishige, M., Kiura, Y., *et al.* (2016) Somatosensory Evoked Potentials in Carotid Artery Stenting: Effectiveness in Ascertaining Cerebral Ischemic Events. *Journal of Clinical Neuroscience*, **30**, 71-76. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2016.01.026>
 - [27] 邱素丽, 陈美珍, 陈秀娟, 等. BAEP、SEP 和 NSE 作为急性脑卒中昏迷预后判断指标的分析[J]. 现代诊断与治疗, 2016, 27(4): 730-731.