

青壮年垂直型股骨颈骨折内固定治疗进展

范致远 尹博浩 孙辉 张伟

摘要 青壮年股骨颈骨折大多由高能量损伤引起,基于损伤机制,该类骨折多为垂直型骨折(Pauwels III型),其治疗一直具有挑战性。对于青壮年股骨颈骨折,“保髓”治疗已成为共识,传统的内固定方式有平行拉力空心螺钉固定和动力髌螺钉固定,但其均有一定的并发症发生率。为解决上述问题,学者们提出多种新型内固定方式,如偏轴螺钉固定、长度稳定结构固定、支撑钢板固定等,但是何种内固定方式为最优一直未达成共识。该文对青壮年垂直型股骨颈骨折的内固定治疗进展作一综述。

关键词 青壮年;股骨颈骨折;内固定

DOI: 10.3969/j.issn.1673-7083.2022.03.002

青壮年股骨颈骨折的治疗一直存在很多争议之处,包括手术指征,切开复位还是闭合复位,手术入路和内固定方法的选择等。与老年患者相比,青壮年股骨颈骨折大多由高能量损伤所致,且多为垂直型骨折(Pauwels III型)。对于青壮年股骨颈骨折,因患者的身体因素、骨折形态、生物力学要求以及股骨颈区域薄弱的血运等因素,其治疗具有较大挑战性^[1]。目前,对于青壮年股骨颈骨折的共识为“治疗目标是尽可能保留患者髓关节功能,延长自身关节使用寿命”。

股骨颈骨折内固定治疗的植入物和治疗技术在不断发展,特别是最近10年间,出现了各种内固定方法,不同方法间存在较大差异,每种方法和技术各具优缺点,至今仍未有一种内固定方法可作为股骨颈骨折内固定治疗的金标准。

1 传统内固定方法

治疗青壮年股骨颈骨折传统的内固定植入物包括平行拉力空心螺钉(CS)、动力髌螺钉(DHS)联合或不联合防旋螺钉、滑动髌螺钉(SHS)联合或不联合防旋螺钉。

使用拉力螺钉治疗青壮年股骨颈骨折时,通常使用3枚拉力螺钉以正三角或倒三角构型植入。目前关于正三角和倒三角构型孰优孰劣仍无定论,有研究表明,两种构型的刚度和骨折块间位移并无明显差异^[2-3]。Jiang等^[4]的生物力学分析研究显示,正三角构型具有更强的抗剪切能力。不过

他们也发现,股骨颈的长度和厚度以及颈干角都可能对两种构型的生物力学性能产生影响,所以两种构型的具体适用情况还有待进一步研究验证。拉力螺钉固定方法的优点包括费用低、骨量丢失少、可微创经皮植入等。但也存在一些不足,如对骨折断面的压缩缺乏控制,无法提供角稳定固定,且一旦拉力螺钉未能平行植入则会对骨折断端的加压产生不利影响。

DHS联合或不联合1枚防旋螺钉是固定股骨颈骨折的另一经典方法。DHS对股骨颈骨折的固定稳定性有限,特别是旋转稳定性,所以常规推荐联合1枚防旋螺钉进行固定。由于无法提供内侧支撑,有时内翻塌陷无法避免,螺钉可能从上方切出。直径较大的滑动螺钉植入时,扭矩较大易使骨折移位。此外,直径较大的滑动螺钉会对股骨头骨质和血运造成破坏,且侧方的接骨板较厚,其引起的软组织刺激常有发生。2014年,有学者发起针对美国创伤骨科医师协会(OTA)会员的一项调查,询问关于青壮年垂直型股骨颈骨折的内固定治疗选择。在回复的272位骨科医生中,47%优选DHS联合或不联合抗旋螺钉,选择平行空心拉力螺钉的只占15%,且70%的骨科医生把生物力学稳定性作为首要考虑因素^[5]。尽管DHS表现出更好的生物力学特性,但其可能导致更高的股骨头坏死发生率^[6-8]。为此,Li等^[9]提出DHS联合腓骨移植治疗青壮年Pauwels III型股骨颈骨折。与DHS联合防旋螺钉固定相比,这种方法并未延长手术时间,也没有增加术中出血量,但缩短了骨

作者单位:200233, 上海交通大学附属第六人民医院骨科

通信作者:张伟 E-mail: orthozhang@sjtu.edu.cn

折愈合时间,降低了骨不连、股骨头坏死和股骨颈短缩等并发症发生率,还可提高患者的髋关节 Harris 评分(HHS)。

对传统的 DHS 或 SHS 固定方法也有多种创新形式,包括股骨颈系统^[10-12]、螺钉-锚钉头^[13]、动力螺旋髋螺钉系统^[14-15],这些改进的内固定方法还有待更多研究来证实其优劣性。

2 单纯螺钉固定

2.1 偏轴螺钉固定

偏轴螺钉固定,即在原有平行螺钉固定基础上使用1枚甚至多枚螺钉,并不沿股骨颈轴线植入而是在1个或多个平面中成一定角度交叉固定,也可以简单理解为螺钉以非平行构型植入。综合近几年的“偏轴螺钉”理念,又可将该技术简单划分为F构型螺钉固定和 α 构型螺钉固定。

F构型螺钉固定于2011年由Filipov首先提出,并得到不少关注^[16]。按照目前的共识,对超过65岁的老年股骨颈骨折患者,内固定并非首选,而Filipov的研究中患者平均年龄远超65岁。此外,F构型固定的另一隐患是存在医源性转子下骨折风险,这也是应用F构型固定时不得不考虑的问题。2021年,Lin等^[17]提出将F构型中的远端螺钉换成全螺纹螺钉用于Pauwels III型股骨颈骨折,取得不错的生物力学性能,但对这种方式仍需开展更多临床研究来证实其疗效。

除平行的螺钉构型外,自股骨大转子外侧壁与垂直的骨折线正交植入1枚水平或横向螺钉的方式被称为 α 构型螺钉固定。 α 构型螺钉固定方法的生物力学评估实验的结论基本一致^[4,18],即该固定方法抗剪切力更强,横向植入的螺钉可使整体获得很好的把持力。由于横向植入螺钉的高低不同,出现两种固定形态,即单皮质固定和双皮质固定,进而造成不同实验间的结果略有差异。

α 构型螺钉固定方法的临床研究文献报道不多。2017年,Guimaraes等^[19]的小样本(共20例)临床研究显示,该方法可成功治疗青壮年垂直型股骨颈骨折,但20%(4例)的研究对象出现并发症,因此治疗前需要谨慎决策。2019年,一项随机对照研究共纳入60例垂直型股骨颈骨折患者,研究对象的平均年龄为56.2岁。该研究结果显示, α 构型螺钉固定组患者的HHS评分较传统的倒三角空心螺钉固定组患者更高,且股骨颈短缩明显减少^[20]。2021年,一项回顾性研究发现,与传统倒三角型

空心螺钉固定相比, α 构型螺钉固定可减少患者术后股骨颈短缩发生,而骨折不愈合率和股骨头坏死率两组无明显差异^[21]。不过另一项研究发现, α 构型螺钉固定的治疗失败率明显高于DHS固定^[22]。

2.2 长度稳定结构

对股骨颈骨折患者行内固定治疗后,尤其是采用带滑动机制的内固定治疗后,患者可能出现不同程度的股骨颈短缩而导致后遗症。股骨颈长度缩短可导致髋关节的外展力臂短缩,进而出现步态障碍;同时内固定松动退钉可导致髋部外侧植入物突出,引起大转子区疼痛及相关刺激症状。

为了在保证骨折愈合情况下避免股骨颈短缩,有学者采用全螺纹螺钉治疗股骨颈骨折,并取得不错的效果^[23-24]。全螺纹螺钉是传统意义上具有标准钉尾、体部圆柱形、等螺距的全螺纹空心螺钉(FTCS),可发挥长度稳定结构的作用。随着内固定设计理念的创新,一种新的全螺纹螺钉逐渐被应用于股骨颈骨折治疗,即全螺纹无头空心螺钉(FTHCS)。FTHCS在许多方面与众不同,如带螺纹钉尾、体部圆锥状、螺距渐变等。虽然FTCS与FTHCS均为全螺纹螺钉,但它们对骨折断面施加的固定机制完全不同^[25-26],FTHCS在维持股骨颈长度的同时能够尽可能地保留空心螺钉的滑动加压作用^[26-27]。

在使用FTHCS治疗股骨颈骨折的过程中,国内学者提出一种新的螺钉内固定方法,即动态加压内侧支撑螺钉内固定,简称加压支撑螺钉固定(CBS)^[25-26, 28-29]。采用CBS固定方法时,在股骨颈近端植入空心螺钉,远端植入FTHCS。这种螺钉分布符合股骨颈的骨小梁解剖情况,即在张力骨小梁处应用具有滑动加压作用的空心螺钉,在压力骨小梁处应用具有支撑作用的FTHCS,且采用3枚全螺纹螺钉固定可能导致难以接受的内固定松动模式^[25]。

2021年,Huang等^[30]又提出一种新型螺钉,即双螺纹有限加压滑动螺钉,他们在生物力学研究中已初步证实其可行性,但尚缺乏临床研究证据。

3 角稳定固定方法

除了DHS或SHS内固定方式外,还存在多种可提供角稳定固定的器械和技术,其中以股骨近端锁定接骨板最具代表性。

针对股骨颈骨折提供角稳定固定的锁定接骨板的设计经历3个阶段。第一阶段,锁定接骨板提

供单纯锁定机制,完全发挥内支架的作用。该阶段以锁定加压接骨板-股骨近端板(PFLP)为代表^[31],但PFLP的生物力学性能不如DHS^[32-33]。第二阶段,在单纯锁定接骨板的基础上,一些固定系统提供了术中对骨折端的加压机制,以进一步促进骨折愈合。该阶段以股骨后外侧锁定钢板^[34](PLFLP)和联锁板系统^[35](ILP)为代表,但使用PLFLP的内固定失败率较高^[34]。第三阶段,较前两阶段更进一步,在植入时可以对骨折进行加压以获得一期稳定性,从而减少骨折不愈合的风险。该阶段以Targon和Conquest系统为代表^[14]。一些关于Targon系统的研究显示,该种固定方式在降低骨不连率、减少股骨头缺血性坏死发生和患者报告结果方面均显示了良好结果^[36]。

4 支撑固定

2015年,Mir等^[37]提出“在股骨颈内侧使用接骨板固定,治疗垂直型股骨颈骨折”的假设。他们设想,利用内侧支撑接骨板固定来抵抗垂直型股骨颈骨折断端之间的剪切应力,将内侧接骨板植入股骨颈前下方,跨越骨折线,在抵抗剪切应力的同时将剪切应力转换为压应力。此后的多项生物力学研究显示,联合使用内侧支撑钢板能够提高其生物力学性能^[4,38-44]。

关于内侧支撑钢板的临床研究较少。2020年一项meta分析研究显示,采用传统空心螺钉联合内侧支撑钢板治疗Pauwels III型股骨颈骨折,手术时间更长,术中失血更多,但患者术后愈合时间更短,并发症发生率更低,HHS评分更高^[45]。除常见并发症外,联合使用内侧支撑钢板还可能致髋臼关节内撞击^[46]。2021年Steffensmeier等^[47]进行的内侧支撑钢板生物力学研究和临床研究显示,内侧支撑钢板并不能改善生物力学性能,在保持对齐和骨折愈合方面也未表现出长期益处。采用内侧支撑钢板治疗股骨颈骨折的另一争议在于,钢板植入过程中对软组织的剥离是否会破坏股骨头残留血运,进而增加股骨头坏死风险。对此,Putnam等^[48]的尸体解剖学研究对改良Smith-Petersen入路进行分析,发现植入的内侧支撑钢板不会危及股骨头的主要血供。Zhuang等^[49]开展研究应用前内侧钢板联合空心螺钉治疗难复位的青壮年股骨颈骨折,他们发现该方法可以降低患者术后骨不连和股骨头坏死的发生率。

综合已有的临床研究和生物力学试验结果,

对于青壮年股骨颈骨折的内固定治疗,支撑钢板固定的技术细节还需要规范,其治疗垂直型股骨颈骨折的效果还需要进一步明确。

使用支撑钢板通常会导致手术时间延长、术中输血更多等情况,为此有学者提出在股骨颈内侧联合应用1枚支撑螺钉,在保证较小损伤的同时,提供有效的内侧支撑,这种方法在生物力学研究和临床应用上都取得了不错的效果^[50],不过仍有待进一步的研究来证实其实用性。

5 总结

青壮年股骨颈骨折的治疗目标是尽可能保留患者的髋关节功能,延长自身关节使用寿命,降低再次保髋手术或髋关节置换手术的概率,或延缓再次手术时间。需要注意的是,内固定的生物力学研究结果与其临床应用研究结果并不完全一致,究其原因可能在于,生物力学研究仅考虑植入物稳定性等力学性能,而临床预后往往还受到手术创伤、内植物体积等多种因素的影响。目前股骨颈骨折内固定治疗方法日新月异,有越来越多各具特色的内固定技术可供临床医生选择,但尚无一种内固定方法能达到满意效果。因此,对于股骨颈骨折不能单一视之,在比较不同研究结果时,一定要注意骨折类型、骨折严重程度、患者身体情况等因素,将研究细化分类,寻找不同类型股骨颈骨折对应的最优治疗方式,从而发展出系统的青壮年股骨颈骨折诊治方案,使股骨颈骨折的一期保髋治疗达到更好的临床效果。

参考文献

- Medda S, Snoap T, Carroll E A. Treatment of young femoral neck fractures[J]. J Orthop Trauma, 2019, 33 (Suppl 1) : S1-S6.
- Oakey JW, Stover MD, Summers HD, et al. Does screw configuration affect subtrochanteric fracture after femoral neck fixation?[J]. Clin Orthop Relat Res, 2006, 443: 302-306.
- Selvan VT, Oakley MJ, Rangan A, et al. Optimum configuration of cannulated hip screws for the fixation of intracapsular hip fractures: a biomechanical study[J]. Injury, 2004, 35(2): 136-141.
- Jiang D, Zhan S, Wang L, et al. Biomechanical comparison of five cannulated screw fixation strategies for young vertical femoral neck fractures[J]. J Orthop Res, 2021, 39(8): 1669-1680.
- Luttrell K, Beltran M, Collinge CA. Preoperative decision making in the treatment of high-angle "vertical" femoral neck fractures in young adult patients. An expert opinion survey of the Orthopaedic Trauma Association's (OTA) membership [J]. J Orthop Trauma, 2014, 28(9): e221-5.
- Zhang YL, Chen S, Ai ZS, et al. Osteonecrosis of the femoral head,

- nonunion and potential risk factors in Pauwels grade-3 femoral neck fractures: a retrospective cohort study [J]. *Medicine*, 2016, 95(24): e3706.
- [7] Stoffel K, Zderic I, Gras F, et al. Biomechanical evaluation of the femoral neck system in unstable Pauwels III femoral neck fractures: a comparison with the dynamic hip screw and cannulated screws[J]. *J Orthop Trauma*, 2017, 31(3): 131-137.
- [8] Xia Y, Zhang W, Zhang Z, et al. Treatment of femoral neck fractures: sliding hip screw or cannulated screws? A meta-analysis [J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16(1): 54.
- [9] Li Z, Zhang X, Li Z, et al. Comparative study of Pauwels type III femoral neck fractures managed by short dynamic hip screw with fibula bone graft or cannulated screws in young adults[J]. *Ann Transl Med*, 2020, 8(11): 681.
- [10] Hu H, Cheng J, Feng M, et al. Clinical outcome of femoral neck system versus cannulated compression screws for fixation of femoral neck fracture in younger patients[J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16(1): 370.
- [11] He C, Lu Y, Wang Q, et al. Comparison of the clinical efficacy of a femoral neck system versus cannulated screws in the treatment of femoral neck fracture in young adults[J]. *BMC Musculoskeletal Disord*, 2021, 22(1): 994.
- [12] Tang Y, Zhang Z, Wang L, et al. Femoral neck system versus inverted cannulated cancellous screw for the treatment of femoral neck fractures in adults: a preliminary comparative study[J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16(1): 504.
- [13] Knoke M, Altgassen S, Maier KJ, et al. Screw-blade fixation systems in Pauwels three femoral neck fractures: a biomechanical evaluation[J]. *Int Orthop*, 2018, 42(2): 409-418.
- [14] Duffin M, Pilon HT. Technologies for young femoral neck fracture fixation [J]. *J Orthop Trauma*, 2019, 33(Suppl 1): S20-S26.
- [15] Marchand LS, Butler B, Mckeeg P, et al. Fixed angle device comparison in young femoral neck fractures: dynamic hip screw vs dynamic helical hip system[J]. *Injury*, 2022, 53(2): 590-595.
- [16] Filipov OB. Biplane double-supported screw fixation of femoral neck fractures: surgical technique and surgical notes[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2019, 27(11): e507-e515.
- [17] Lin S, Shang J, Xing B, et al. Modified F configuration in the treatment of Pauwels type III femoral neck fracture: a finite element analysis[J]. *BMC Musculoskeletal Disord*, 2021, 22(1): 758.
- [18] Kuan FC, Hsu KL, Lin CL, et al. Biomechanical properties of off-axis screw in Pauwels III femoral neck fracture fixation: bicortical screw construct is superior to unicortical screw construct[J]. *Injury*, 2019, 50(11): 1889-1894.
- [19] Guimaraes JAM, Rocha LR, Noronha Rocha TH, et al. Vertical femoral neck fractures in young adults: a closed fixation strategy using a transverse cancellous lag screw[J]. *Injury*, 2017, 48(Suppl 4): S10-S16.
- [20] Dong Q, Han Z, Zhang YG, et al. Comparison of transverse cancellous lag screw and ordinary cannulated screw fixations in treatment of vertical femoral neck fractures[J]. *Orthop Surg*, 2019, 11(4): 595-603.
- [21] Jiang D, Zhan S, Cai Q, et al. Long-term differences in clinical prognosis between crossed- and parallel-cannulated screw fixation in vertical femoral neck fractures of non-geriatric patients[J]. *Injury*, 2021, 52(11): 3408-3414.
- [22] Hoshino CM, Christian MW, O'toole RV, et al. Fixation of displaced femoral neck fractures in young adults: fixed-angle devices or Pauwel screws? [J]. *Injury*, 2016, 47(8): 1676-1684.
- [23] Weil YA, Qawasmi F, Liebergall M, et al. Use of fully threaded cannulated screws decreases femoral neck shortening after fixation of femoral neck fractures [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2018, 138(5): 661-667.
- [24] Li J, Wang M, Li L, et al. Finite element analysis of different configurations of fully threaded cannulated screw in the treatment of unstable femoral neck fractures[J]. *J Orthop Surg Res*, 2018, 13(1): 272.
- [25] Sun H, Shu LY, Sherrier MC, et al. Decreased complications but a distinctive fixation loosening mechanism of fully threaded headless cannulated screw fixation for femoral neck fractures in young adults[J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16(1): 234.
- [26] Zhang B, Liu J, Zhu Y, et al. A new configuration of cannulated screw fixation in the treatment of vertical femoral neck fractures[J]. *Int Orthop*, 2018, 42(8): 1949-1955.
- [27] Chiang MH, Wang CL, Fu SH, et al. Does fully-threaded headless compression screw provide a length-stable fixation in undisplaced femoral neck fractures?[J]. *Asian J Surg*, 2019, 42(1): 320-325.
- [28] Liu J, Zhang B, Yin B, et al. Biomechanical evaluation of the modified cannulated screws fixation of unstable femoral neck fracture with comminuted posteromedial cortex[J]. *Biomed Res Int*, 2019, 2019: 2584151.
- [29] Zhang B, Liu J, Zhang W. Ordinary cannulated compression screws or headless cannulated compression screws? A synthetic bone biomechanical research in the internal fixation of vertical femoral neck fracture[J]. *Biomed Res Int*, 2018, 2018: 4898301.
- [30] Huang H, Feng Z, Wang W, et al. Finite element analysis of femoral neck fracture treated with bidirectional compression-limited sliding screw [J]. *Med Sci Monit*, 2021, 27: e929163.
- [31] Aminian A, Gao F, Fedoriv W W, et al. Vertically oriented femoral neck fractures: mechanical analysis of four fixation techniques[J]. *J Orthop Trauma*, 2007, 21(8): 544-548.
- [32] Samsami S, Saberi S, Sadighi S, et al. Comparison of three fixation methods for femoral neck fracture in young adults: experimental and numerical investigations[J]. *J Med Biol Eng*, 2015, 35(5): 566-579.
- [33] Samsami S, Augat P, Rouhi G. Stability of femoral neck fracture fixation: a finite element analysis[J]. *Proc Inst Mech Eng H*, 2019, 233(9): 892-900.
- [34] Berkes MB, Little MT, Lazaro LE, et al. Catastrophic failure after open reduction internal fixation of femoral neck fractures with a novel locking plate implant[J]. *J Orthop Trauma*, 2012, 26(10): e170-6.
- [35] Brattgjerd JE, Steen H, Stromsoe K. Increased stability by a novel femoral neck interlocking plate compared to conventional fixation methods. A biomechanical study in synthetic bone[J]. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2020, 76: 104995.
- [36] Yin H, Pan Z, Jiang H. Is dynamic locking plate(Targon FN) a better

- choice for treating of intracapsular hip fracture? A meta-analysis[J]. Int J Surg, 2018, 52: 30-34.
- [37] Mir H, Collinge C. Application of a medial buttress plate may prevent many treatment failures seen after fixation of vertical femoral neck fractures in young adults[J]. Med Hypotheses, 2015, 84(5): 429-433.
- [38] Zeng W, Liu Y, Hou X. Biomechanical evaluation of internal fixation implants for femoral neck fractures: a comparative finite element analysis[J]. Comput Methods Programs Biomed, 2020, 196: 105714.
- [39] Zhan S, Jiang D, Xu J, et al. Influence of the proximal screws of buttress plates on the stability of vertical femoral neck fractures: a finite element analysis[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21(1): 842.
- [40] Li J, Yin P, Zhang L, et al. Medial anatomical buttress plate in treating displaced femoral neck fracture a finite element analysis[J]. Injury, 2019, 50(11): 1895-1900.
- [41] Giordano V, Alves DD, Paes R P, et al. The role of the medial plate for Pauwels type III femoral neck fracture: a comparative mechanical study using two fixations with cannulated screws[J]. J Exp Orthop, 2019, 6(1): 18.
- [42] Nwankwo CD, Schimoler P, Greco V, et al. Medial plating of Pauwels type III femoral neck fractures decreases shear and angular displacement compared to derotational screw[J]. J Orthop Trauma, 2020, 34(12): 639-643.
- [43] Lin T, Yang P, Xu J, et al. Finite element analysis of different internal fixation methods for the treatment of Pauwels type III femoral neck fracture[J]. Biomed Pharmacother, 2019, 112: 108658.
- [44] Freitas A, Bontempo RL, Azevedo FAR, et al. New fixation method for Pauwels type III femoral neck fracture: a finite element analysis of sliding hip screw, L-shaped, and L-shaped with medial plate[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2021, 31(6): 1069-1075.
- [45] Su Z, Liang L, Hao Y. Medial femoral plate with cannulated screw for Pauwels type III femoral neck fracture: a meta-analysis[J]. J Back Musculoskelet Rehabil, 2020, 34(2): 1-9.
- [46] Marchand LS, Karns M, Higgins TF, et al. Femoral neck fracture fixation with a medial buttress plate that led to impingement with hip flexion: a case report[J]. JBJS Case Connect, 2019, 9(1): e21.
- [47] Steffensmeier A, Shah N, Archdeacon M, et al. Clinical and biomechanical effects of femoral neck buttress plate used for vertical femoral neck fractures[J]. Injury, 2022, 53(3): 1137-1143.
- [48] Putnam SM, Collinge CA, Gardner MJ, et al. Vascular anatomy of the medial femoral neck and implications for surface plate fixation[J]. J Orthop Trauma, 2019, 33(3): 111-115.
- [49] Zhuang L, Wang L, Xu D, et al. Anteromedial femoral neck plate with cannulated screws for the treatment of irreducible displaced femoral neck fracture in young patients: a preliminary study[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2019, 45(6): 995-1002.
- [50] Gao Z, Wang M, Shen B, et al. Treatment of Pauwels type III femoral neck fracture with medial femoral neck support screw: a biomechanical and clinical study[J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 21418.

(收稿日期 : 2022-03-05)

(本文编辑 : 杨晓娟)