

红细胞分布宽度在骨科中的应用研究进展

郭启雄¹, 姚汝斌², 杨浩毅^{1,3}, 杨开舜^{2*}

¹大理大学临床医学院, 云南 大理

²大理大学第一附属医院脊柱外科, 云南 大理

³宾川县人民医院功能科, 云南 大理

收稿日期: 2024年2月14日; 录用日期: 2024年3月9日; 发布日期: 2024年3月15日

摘要

近年来, 红细胞分布宽度(red blood cell distribution width, RDW)的临床意义逐渐受到重视, 其在多种疾病的诊断、治疗和预后评估中显示出潜在的价值。在骨科领域, 尤其是关于骨关节炎(osteoarthritis, OA)、骨质疏松症(osteoporosis, OP)、骨折发生或骨折预后等方面的研究中, RDW作为生物标志物的作用逐渐被揭示。本文就RDW在骨科中的应用研究进行综述, 以提高对骨科疾病的诊治水平。

关键词

红细胞分布宽度, 骨质疏松, 骨关节炎, 预后, 综述

Application Research Progress of Red Blood Cell Distribution Width in Orthopedics

Qixiong Guo¹, Rubin Yao², Haoyi Yang^{1,3}, Kaishun Yang^{2*}

¹School of Clinical Medicine, Dali University, Dali Yunnan

²Department of Spine Surgery, The First Affiliated Hospital of Dali University, Dali Yunnan

³Department of Functions, Binchuan County People's Hospital, Dali Yunnan

Received: Feb. 14th, 2024; accepted: Mar. 9th, 2024; published: Mar. 15th, 2024

Abstract

In recent years, the clinical significance of red blood cell distribution width (RDW) has gradually gained attention, and it has shown potential value in the diagnosis, treatment, and prognosis evaluation of various diseases. In the field of orthopedics, especially in studies on osteoarthritis

*通讯作者。

文章引用: 郭启雄, 姚汝斌, 杨浩毅, 杨开舜. 红细胞分布宽度在骨科中的应用研究进展[J]. 临床医学进展, 2024, 14(3): 474-479. DOI: 10.12677/acm.2024.143726

(OA), osteoporosis (OP), fracture occurrence or fracture prognosis, the role of RDW as a biomarker has gradually been revealed. This article reviews the application of RDW in orthopedics to improve the diagnosis and treatment of orthopedic diseases.

Keywords

Red Blood Cell Distribution Width, Osteoporosis, Osteoarthritis, Prognosis, Summarize

Copyright © 2024 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

红细胞分布宽度(red blood cell distribution width, RDW)是全血细胞计数(complete blood count, CBC)中常用的测量参数。它通常以红细胞分布宽度标准偏差(red blood cell distribution width-standard deviation, RDW-SD)或红细胞分布宽度变异系数(red blood cell distribution width-coefficient of variation, RDW-CV)的形式报告,为我们提供了红细胞大小异质性(即异形细胞增多)的衡量标准。传统上,它被用作区分各种类型贫血的参数[1],比如可鉴别慢性病贫血、再生障碍性贫血、杂合性地中海贫血、缺铁性贫血等[2] [3]。最近,它被确定为炎症的标志物,在各种研究中已证实 RDW 对慢性肾脏病[4]、子痫前期[5]、心血管疾病[6]和癌症[7]等一系列疾病的严重程度具有预测价值[8]。全身炎症与癌症、心脑血管死亡率的增加有关[9]。然而,近年来,越来越多的研究结果[10] [11] [12] [13] [14]显示 RDW 升高与骨科疾病有关,如:骨关节炎(osteoarthritis, OA)、骨质疏松症(osteoporosis, OP)、骨折发生或骨折预后等,因此,本文就 RDW 在骨科中的应用研究进行综述。

2. RDW 与 OA 的相关性

OA 是一种复杂的慢性关节疾病,其病理生理学涉及多个关节和关节结构的改变[15] [16] [17] [18]。过去,OA 被简单地定义为“磨损”疾病,但现在人们认识到它具有更深层次的病理机制。根据国际骨关节炎研究协会的定义,OA 的初始阶段以分子层面的紊乱为标志,特别是关节组织的代谢出现异常。随着病情的发展,解剖结构或生理功能也会发生紊乱,这通常表现为软骨逐渐退化、骨质重塑、骨赘(即骨刺)的形成、关节炎症以及正常关节功能的逐渐丧失。这一系列复杂的病理过程最终会促使疾病进一步恶化[19]。据全球流行病学统计,约有 2.4 亿人患有伴有明显症状和活动受限的骨关节炎[20]。其中,膝关节和髌关节是最常受累的部位,在 45 岁以上的群体中,近 30% 的人存在膝关节骨关节炎的放射学征象,而这些人中约有一半会出现膝关节的相关症状[21] [22]。而有症状、放射学证据的髌关节 OA 患病率约为 10% [18] [23]。已有研究[24]提示骨赘的发展与炎症状态有关,如转化生长因子- β , 胰岛素样生长因子, 瘦素, 白介素-6 等。吴紫莺等[25]人通过对纳入 8334 名受试者的实验研究发现:膝关节骨赘患病风险随 RDW 水平的升高而增加,且 RDW 水平可能是骨赘形成除外的一个独立危险因素或预测因子。赵娜等[10]人探究了 RDW 值与 OA 炎症进程之间的相关性。在排除了一系列可能影响研究的疾病因素,如贫血、心力衰竭、终末期肾病、恶性肿瘤、肝脏疾病、血液学疾病、糖尿病,以及特定的自身免疫性疾病——风湿性关节炎、系统性红斑狼疮和炎症性肠病后,与健康组相比,OA 患者的 RDW 平均值显著上升,为了评估 RDW 在 OA 诊断中的预测作用,研究者们还采用了 ROC 曲线进行分析,结果显示, RDW 的最佳切点值为 13.45%。同时,ROC 曲线下面积(即 AUC)达到了 0.798,其 95% 的置信区间为 0.725~0.871,

此外, 该指标的敏感度为 75.6%, 特异度则为 78.2%。这些发现表明, RDW 值在预测 OA 方面具有一定的准确性和实用性。甘苓伶等[13]人报道了 RDW 与骨关节炎严重程度相关, 他们认为高水平 RDW 的 OA 患者 WBC、NEU、ESR、hs-CRP 水平和 VAS 评分更高, 且重度 OA 患者的 RDW、ESR 和 hs-CRP 水平高于轻中度患者, RDW 水平与 OA 患者的 K-L 分级和 VAS 评分有关, 并对重度 OA 的诊断效能较好。RDW 水平可能与骨关节炎的发生、发展及严重程度有关[10] [13] [25]。未来研究可以进一步探讨 RDW 在骨关节炎中的具体作用机制和影响因素, 为骨关节炎的预防和治疗提供新的思路和方法。

3. RDW 与 OP 的相关性

OP 是一种全身性骨代谢障碍的疾病, 它的核心特征是骨组织的显微结构出现损伤, 这导致骨矿成分和骨基质等比例地持续减少, 骨质因此变得更为脆弱。具体表现为骨质变薄、骨小梁数量减少、骨脆性增加, 从而使骨折的风险显著上升。这一病症并不局限于某一特定年龄段, 但在中老年人群中尤为常见。根据我国最新的流行病学报告, 40~49 岁年龄段的人中, 骨质疏松症的患病率为 3.2%, 其中男性的患病率为 2.2%, 女性则为 4.3%。而在 50 岁以上的年龄段, 这一比例显著上升至 19.2%, 具体数据为男性 6.0%, 女性高达 32.1%。特别值得关注的是, 65 岁及以上的老年群体中, 骨质疏松症的患病率更是攀升至 32.0%, 其中男性为 10.7%, 女性则高达 51.6%。这些数据清晰地揭示了骨质疏松症在我国中老年人群中的普遍性和严重性, 尤其是对女性群体的影响更为显著[26]。要确诊骨质疏松, 目前主要依赖于双能 X 射线吸收法(dual energy X-ray absorptiometry, DXA)来测量骨密度(bone mineral density, BMD)。然而, 由于这种检查方法的普及度不高, 且相关设备价格昂贵, 许多基层医疗机构无法配备。因此, 我们需要找到一种简便、高效的方法来进行骨质疏松的初步筛查。近年来, 有学者将 RDW 和 OP 联系起来, 王楠[27]对 2 型糖尿病患者 157 例及其 BMD 进行相关性分析, 研究结果也进一步证实了 RDW、中性粒细胞与淋巴细胞比值及平均血小板体积与 2 型糖尿病并发骨质疏松的相关性。陈文文等[28]人研究发现 RDW 对 OP 的预测具有一定的参考价值, 根据他们的数据分析, RDW 的最佳预测值为 12.65%, 此时对应的 Youden 指数为 0.213, 当 RDW 值超过这一阈值时, 患者患骨质疏松症的风险会明显上升, 该研究得出的结论在统计学上具有显著性, 曲线下面积达到 0.622, P 值仅为 0.003, 表明预测效果较为可靠, 同时, 该研究还显示出 66.7% 的敏感性和 45.4% 的特异性, 进一步印证了 RDW 作为预测骨质疏松症指标的潜在实用性。但黎秋晗等[29]人的研究结果则提示, RDW 为 2 型糖尿病患者发生骨质疏松无关的因素。这可能是因为糖尿病病人 RDW 水平较正常升高, 需要进一步做研究进行判断。大量“体外”和“体内”研究一致表明, 骨骼细胞和造血系统之间存在双向影响[12]。RDW 是一个与红细胞生成有关的参数, 用于测量红细胞大小的变化, 被认为是生物衰老的一个标志; 因此, 在骨质疏松症这种典型的中老年疾病中对其进行评估是非常直接的。RDW 与 OP 的发病之间可能存在一定的联系。因此, 我们认为, 要确认这种关联, 还需要进行更大规模、前瞻性的临床研究以及深入的基础研究来提供更有力的证据。

4. 红细胞分布宽度与骨折发生的相关性

J. Pepe 等[14]的一项对 400 名女性的回顾分析, 在所有人中, RDW 值高于正常值上限(即>15%)与椎体骨折相关(OR = 4.05, 95% CI: 1.8~11, P = 0.001), 当考虑到潜在的混杂因素时, 这一关联水平保持稳定, 即使调整了所有可能的混杂因素: 年龄、体重指数(body mass index, BMI)、绝经、营养状况(总蛋白、白蛋白、磷酸钙)、吸烟、骨质疏松症和贫血, 高 RDW 值仍与椎体骨折相关(OR = 4.1, 95% CI: 1.67~11.4, P = 0.003)。Namki Hong 等人[30]开展了一项深入的社区研究, 该研究涉及 2127 人。经过对年龄、性别、体重指数、超敏 C 反应蛋白、营养不良、既往椎体骨折、跌倒、OP、血红蛋白和铁蛋白等变量的细致分析, 他们发现 RDW 水平的上升与椎体骨折风险增加存在显著关联, 无论个体是否贫血, 这种关联都十

分明显,在贫血人群中,这种关联更为显著,校正后的比值比(OR)为 1.39,具有统计学意义($P = 0.048$),在不贫血人群中,校正后的 OR 为 1.26,同样具有统计学意义($P = 0.030$)。这些发现表明,RDW 与椎体骨折之间的关联是独立的,并不受贫血状况的影响。Kyoung Min Kim 等人[11]对 3635 名男性就 RDW 和髌部骨折的相关性进行了前瞻性研究,发现在没有贫血的参与者中,髌部骨折的相对危险随着 RDW 值的增加而增加:RDW 值最高组的男性髌部骨折风险是最低组的男性 2.8 倍(95%置信区间为 1.1~7.1)。所有临床骨折的风险也随着 RDW 值的升高而增加。此外,RDW 与跌倒风险显著相关。上述研究结果初步表明,RDW 水平可能成为椎体骨折或髌部骨折的预测指标和早期抗骨质疏松骨折治疗的指征。我们认为,未来研究需要进一步探讨 RDW 与骨折之间的关联机制,以更全面地了解 RDW 与骨折之间的关系。

5. 红细胞分布宽度与骨折预后的相关性

Zehir 等[31]人对接受部分假体的髌部骨折患者进行的研究发现,首次入院时 RDW 升高与 1 年死亡率之间存在显著的统计学关系。研究还发现,RDW 水平超过 14.5 的 77 岁以上患者死亡率增加了 2.8 倍。根据 Garbharran 等[32]人的研究,研究人员调查了髌部骨折患者的 RDW 四分位数与死亡率之间的关系,结果显示,RDW 在最高四分位数的患者死亡率增加了 3 倍。目前的研究表明,高 RDW 水平与院内、4 个月和 1 年死亡率有独立的显著关系。同样,Yin 等[33]人报告说,住院期间 RDW 波动较大的髌部骨折患者 2 年全因死亡率风险更高。Lv 等[34]人报告说,对 1479 名髌部骨折患者进行了为期 2 年的随访,发现 RDW 与 2 年死亡率(HR: 1.18)和 4 年死亡率(HR: 1.24)有显著的独立关联。然而,在同一项研究中,贫血患者的 RDW 水平与死亡率无明显关系。Marom Omer 等[35]人在另一项研究中调查了 RDW 是否可以作为 65 岁及以上髌部骨折患者的死亡标志物,结果提示,RDW 水平的增加和既往骨折史与 6 个月的死亡风险显著相关。Yoshihito Sakai 等[36]人对 460 名新鲜骨质疏松性椎体骨折(OVF)患者进行了为期 1 年的随访期评估,结果 460 例患者中,仅有 125 例患者 RDW 值升高,RDW 值与骨质疏松参数无相关性,RDW 升高组治疗 1 年后 JOA 评分和 Barthel 指数均显著降低,在 RDW 升高组中,21 名患者在 1 年内死亡(死亡率 16.8%),而非 RDW 组有 7 名患者(死亡率 2.1%),具有统计学意义,升高的 RDW 与 OVF 保守治疗的不良临床结果有关。我们通过上述研究认为,RDW 水平与髌部骨折患者及骨质疏松椎体骨折患者的死亡率存在显著关联,尤其是高 RDW 水平与死亡风险增加有关。

6. 红细胞分布宽度在骨科其他疾病中的应用

梁文等[37]人进行了一项实验,旨在探究 RDW 与结核感染 T 细胞斑点试验(T-SPOT.TB)联合应用在诊断脊柱感染疾病时的效果。实验结果表明,单独使用 T-SPOT.TB 在诊断结核性脊柱炎时已经显示出较高的灵敏度和特异度,分别达到了 86.76%和 89.55%。然而,当将 T-SPOT.TB 与 RDW-CV 结合使用时,诊断结核性脊柱炎的灵敏度和特异度均得到了显著提升,分别提高至 100%和 95.55%。这一发现为结核性脊柱炎的诊断提供了新的有效手段。张玉等[38]人回顾性分析了 1341 例老年髌部骨折患者的数据,结果显示老年髌部骨折术后肺部感染的发生率为 5.89%。在这些患者中,术后出现肺部感染的患者的 RDW 水平显著高于未发生感染的患者。通过多因素 Logistic 回归分析,发现 RDW 超过 13.1%是老年髌部骨折患者术后并发肺部感染的独立风险因素(OR = 2.191, 95% CI: 1.311~3.661, $P < 0.05$)。因此,RDW 可能作为预测老年髌部骨折术后肺部感染的一个有用指标。Zheng 等[39]研究者探讨了 RDW 与骨肉瘤患者预后之间的关联,单变量 cox 分析结果显示,当 RDW 水平达到或超过中位数时,患者面临预后不良的风险显著增加(HR 为 2.41, 95%置信区间 CI 为 1.51~3.83, $P < 0.001$)。即便在考虑了多种潜在的辅助因素后,高 RDW 水平仍然与患者的不良预后紧密相关(调整后的 HR 为 1.66, 95% CI 为 1.07~2.56, P 值为 0.024)。治疗前 RDW 升高与骨肉瘤患者的总生存期(OS)差有关,可以作为预后的独立预测因子。

7. 总结

综上所述, RDW 作为一个简单的血液学指标, 在骨科领域具有潜在的临床应用价值。尽管现有研究表明 RDW 与骨科相关疾病及其预后密切相关, 但目前对于 RDW 升高的具体机制和病理生理学基础了解仍然有限。因此, 更多的研究是必要的, 未来的研究方向着重于探索 RDW 与骨科疾病间的因果关系; 研究 RDW 变化的病理生理学机制; 开展更多前瞻性和随机对照试验; 并探索其作为治疗和预后评估工具的可能性。

基金项目

云南省教育厅科学基金项目(2023Y0997)。

参考文献

- [1] Salvagno, G.L., Sanchis-Gomar, F., Picanza, A., *et al.* (2015) Red Blood Cell Distribution Width: A Simple Parameter with Multiple Clinical Applications. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, **52**, 86-105. <https://doi.org/10.3109/10408363.2014.992064>
- [2] Evans, T.C. and Jehle, D. (1991) The Red Blood Cell Distribution Width. *Journal of Emergency Medicine*, **9**, 71-74. [https://doi.org/10.1016/0736-4679\(91\)90592-4](https://doi.org/10.1016/0736-4679(91)90592-4)
- [3] Tefferi, A., Hanson, C.A. and Inwards, D.J. (2005) How to Interpret and Pursue an Abnormal Complete Blood Cell Count in Adults. *Mayo Clinic Proceedings*, **80**, 923-936. <https://doi.org/10.4065/80.7.923>
- [4] Vashistha, T., Streja, E., Molnar, M.Z., *et al.* (2016) Red Cell Distribution Width and Mortality in Hemodialysis Patients. *American Journal of Kidney Diseases*, **68**, 110-121. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2015.11.020>
- [5] Adam, I., Mutabingwa, T.K. and Malik, E.M. (2019) Red Cell Distribution Width and Preeclampsia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clinical Hypertension*, **25**, Article No. 15. <https://doi.org/10.1186/s40885-019-0119-7>
- [6] Hu, L., Li, M., Ding, Y., *et al.* (2017) Prognostic Value of RDW in Cancers: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Oncotarget*, **8**, 16027-16035. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.13784>
- [7] Wen, Y. (2010) High Red Blood Cell Distribution Width Is Closely Associated with Risk of Carotid Artery Atherosclerosis in Patients with Hypertension. *Experimental & Clinical Cardiology*, **15**, 37-40.
- [8] Skjelbakken, T., Lappegard, J., Ellingsen, T.S., *et al.* (2014) Red Cell Distribution Width Is Associated with Incident Myocardial Infarction in a General Population: The Tromso Study. *Journal of the American Heart Association*, **3**, e001109. <https://doi.org/10.1161/JAHA.114.001109>
- [9] Proctor, M.J., Mcmillan, D.C., Horgan, P.G., *et al.* (2015) Systemic Inflammation Predicts All-Cause Mortality: A Glasgow Inflammation Outcome Study. *PLOS ONE*, **10**, e0116206. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116206>
- [10] 赵娜, 康利宝. 红细胞分布宽度指标预测骨关节炎炎症进程的临床价值[J]. 现代检验医学杂志, 2019, 34(4): 91-95.
- [11] Kim, K.M., Lui, L.Y., Cauley, J.A., *et al.* (2020) Red Cell Distribution Width Is a Risk Factor for Hip Fracture in Elderly Men without Anemia. *Journal of Bone and Mineral Research*, **35**, 869-874. <https://doi.org/10.1002/jbmr.3963>
- [12] Kim, M.J., Valderrabano, R.J. and Wu, J.Y. (2022) Osteoblast Lineage Support of Hematopoiesis in Health and Disease. *Journal of Bone and Mineral Research*, **37**, 1823-1842. <https://doi.org/10.1002/jbmr.4678>
- [13] 甘苓伶, 陈刚. 红细胞分布宽度与骨关节炎严重程度的关系[J]. 检验医学与临床, 2023, 20(5): 612-615, 621.
- [14] Pepe, J., Colangelo, L., De, Martino, V., *et al.* (2023) Study of the Link between Hematopoietic and Skeletal Systems in Patients Attending a Referral Center for Osteoporosis. *Journal of Endocrinological Investigation*, **46**, 2391-2397. <https://doi.org/10.1007/s40618-023-02095-3>
- [15] Sharma, L., Song, J., Felson, D.T., *et al.* (2001) The Role of Knee Alignment in Disease Progression and Functional Decline in Knee Osteoarthritis. *JAMA*, **286**, 188-195. <https://doi.org/10.1001/jama.286.2.188>
- [16] Felson, D.T., McLaughlin, S., Goggins, J., *et al.* (2003) Bone Marrow Edema and Its Relation to Progression of Knee Osteoarthritis. *Annals of Internal Medicine*, **139**, 330-336. https://doi.org/10.7326/0003-4819-139-5_Part_1-200309020-00008
- [17] Brouwer, G.M., Van, Tol, A.W., Bergink, A.P., *et al.* (2007) Association between Valgus and Varus Alignment and the Development and Progression of Radiographic Osteoarthritis of the Knee. *Arthritis & Rheumatology*, **56**, 1204-1211. <https://doi.org/10.1002/art.22515>
- [18] Jordan, J.M., Helmick, C.G., Renner, J.B., *et al.* (2009) Prevalence of Hip Symptoms and Radiographic and Sympto-

- matic Hip Osteoarthritis in African Americans and Caucasians: The Johnston County Osteoarthritis Project. *The Journal of Rheumatology*, **36**, 809-815. <https://doi.org/10.3899/jrheum.080677>
- [19] Kraus, V.B., Blanco, F.J., Englund, M., *et al.* (2015) Call for Standardized Definitions of Osteoarthritis and Risk Stratification for Clinical Trials and Clinical Use. *Osteoarthritis and Cartilage*, **23**, 1233-1241. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2015.03.036>
- [20] Global, B., Lyons, R., Gabbe, B. and Kemp, A. (2015) Global, Regional, and National Incidence, Prevalence, and Years Lived with Disability for 301 Acute and Chronic Diseases and Injuries in 188 Countries, 1990-2013: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet*, **386**, 743-800.
- [21] Felson, D.T., Naimark, A., Anderson, J., *et al.* (1987) The Prevalence of Knee Osteoarthritis in the Elderly. The Framingham Osteoarthritis Study. *Arthritis & Rheumatism*, **30**, 914-918. <https://doi.org/10.1002/art.1780300811>
- [22] Jordan, J.M., Helmick, C.G., Renner, J.B., *et al.* (2007) Prevalence of Knee Symptoms and Radiographic and Symptomatic Knee Osteoarthritis in African Americans and Caucasians: The Johnston County Osteoarthritis Project. *The Journal of Rheumatology*, **34**, 172-180.
- [23] Haugen, I.K., Englund, M., Aliabadi, P., *et al.* (2011) Prevalence, Incidence and Progression of Hand Osteoarthritis in the General Population: The Framingham Osteoarthritis Study. *Annals of the Rheumatic Diseases*, **70**, 1581-1586. <https://doi.org/10.1136/ard.2011.150078>
- [24] Van Der Kraan, P.M. and Van Den Berg, W.B. (2007) Osteophytes: Relevance and Biology. *Osteoarthritis and Cartilage*, **15**, 237-244. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2006.11.006>
- [25] 吴紫莺, 李嘉添, 李潇骁, 等. 红细胞体积分布宽度与关节骨赘的相关性: 一项横断面研究[J]. 中南大学学报(医学版), 2018, 43(8): 892-897.
- [26] 胡洁玫, 刘晨. 骨质疏松症流行病学概况及相关危险因素[J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(42): 55-57.
- [27] 王楠. NLR、RDW、MPV 与 2 型糖尿病合并骨质疏松的相关性[J]. 中国卫生工程学, 2020, 19(1): 76-77.
- [28] 陈文文, 姜娟, 高洁, 等. 红细胞分布宽度对骨质疏松症的预测价值[J]. 山东第一医科大学(山东省医学科学院)学报, 2022, 43(8): 571-574.
- [29] 黎秋晗, 晏丕军, 徐勇. 2 型糖尿病发生骨质疏松与 NLR、RDW、MPV、UA、TBIL 相关性研究[J]. 大连医科大学学报, 2020, 42(4): 318-324.
- [30] Hong, N., Kim, C.O., Youm, Y., *et al.* (2019) Elevated Red Blood Cell Distribution Width Is Associated with Morphometric Vertebral Fracture in Community-Dwelling Older Adults, Independent of Anemia, Inflammation, and Nutritional Status: The Korean Urban Rural Elderly (KURE) Study. *Calcified Tissue International*, **104**, 26-33. <https://doi.org/10.1007/s00223-018-0470-9>
- [31] Zehir, S., Sipahioglu, S., Ozdemir, G., *et al.* (2014) Red Cell Distribution Width and Mortality in Patients with Hip Fracture Treated with Partial Prosthesis. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, **48**, 141-146. <https://doi.org/10.3944/AOTT.2014.2859>
- [32] Garbharran, U., Chinthapalli, S., Hopper, I., *et al.* (2013) Red Cell Distribution Width Is an Independent Predictor of Mortality in Hip Fracture. *Age and Ageing*, **42**, 258-261. <https://doi.org/10.1093/ageing/afs176>
- [33] Yin, P., Lv, H., Li, Y., *et al.* (2018) Hip Fracture Patients Who Experience a Greater Fluctuation in RDW during Hospital Course Are at Heightened Risk for All-Cause Mortality: A Prospective Study with 2-Year Follow-Up. *Osteoporosis International*, **29**, 1559-1567. <https://doi.org/10.1007/s00198-018-4516-7>
- [34] Lv, H., Zhang, L., Long, A., *et al.* (2016) Red Cell Distribution Width as an Independent Predictor of Long-Term Mortality in Hip Fracture Patients: A Prospective Cohort Study. *Journal of Bone and Mineral Research*, **31**, 223-233. <https://doi.org/10.1002/jbmr.2597>
- [35] Marom, O., Paz, I., Topaz, G., *et al.* (2022) Red Cell Distribution Width—A Mortality Predictor in Older Adults with Proximal Femoral Fracture. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, **100**, Article ID: 104623. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2022.104623>
- [36] Sakai, Y., Wakao, N., Matsui, H., *et al.* (2021) Elevated Red Blood Cell Distribution Width Is Associated with Poor Outcome in Osteoporotic Vertebral Fracture. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, **39**, 1048-1057. <https://doi.org/10.1007/s00774-021-01242-1>
- [37] 梁文. RDW 联合 T-SPOT.TB 在脊柱感染鉴别诊断中的临床应用研究[D]: [硕士学位论文]. 南昌: 南昌大学医学部, 2022.
- [38] 张玉, 孙炜, 孙维超, 等. 入院红细胞体积分布宽度与老年髋部骨折术后肺部感染的关系及其预测价值[J]. 天津医药, 2022, 50(6): 608-612.
- [39] Zheng, J., Yuan, X. and Guo, W. (2019) Relationship between Red Cell Distribution Width and Prognosis of Patients with Osteosarcoma. *Bioscience Reports*, **39**, BSR20192590. <https://doi.org/10.1042/BSR20192590>