

《医学物理学》课程中科学问题探索实践(一) ——中医活血化瘀疗法内涵的物理学探讨

木本荣*, 付裕*, 饶安阳, 杨艺, 刘文雯, 王冬梅#, 王海#

成都中医药大学, 四川 成都

Email: #dongmeiwang@cducm.edu.cn, #wanghai@cducm.edu.cn

收稿日期: 2020年11月27日; 录用日期: 2020年12月21日; 发布日期: 2020年12月30日

摘要

《医学物理学》是医学类院校开设的一门基础课程, 为了更好地开展以科学问题为导向的教学改革, 提升本科教学质量, 本文对中医活血化瘀疗法内涵的物理学进行探讨。心脑血管疾病多为气机运行不畅、寒热郁结体内不散、痰浊阻滞、瘀血肿块等因素导致, 而活血化瘀法具有活血行血、消肿散结、调经止痛等功效。因此, 活血化瘀法是心脑血管疾病治疗中一种十分有效的方法。传统文章着重探讨活血化瘀法的药效治疗, 而本篇文章将活血化瘀作用机制通过血液与物理泊肃叶定律 $Q = \pi r^4 \Delta p / (8\eta L)$, $R = 8\eta L / (\pi r^4)$ 联系起来, 从物理学角度对活血化瘀内涵进行分析, 并将物理学串并联理论延伸到毛细血管结构中, 从而对血管各级分支的意义进行探讨, 使活血化瘀法作用机制与物理学的联系更加深刻。以期由纳米级机器人进入人体血管治疗心血管疾病, 为实现中医现代科学化做出进一步的贡献。

关键词

活血化瘀, 血液, 物理, 泊肃叶定律

Exploration and Practice of Science Problems in the Course of Medical Physics (I)—Physical Discussion on the Connotation of Traditional Chinese Medicine Therapy of Promoting Blood Circulation and Removing Blood Stasis

Benrong Mu*, Yu Fu*, Anyang Rao, Yi Yang, Wenwen Liu, Dongmei Wang#, Hai Wang#

*共同第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 木本荣, 付裕, 饶安阳, 杨艺, 刘文雯, 王冬梅, 王海. 《医学物理学》课程中科学问题探索实践(一)——中医活血化瘀疗法内涵的物理学探讨[J]. 交叉科学快报, 2020, 4(4): 21-26. DOI: 10.12677/isl.2020.44005

Abstract

“Medical Physics” is a basic course offered by medical colleges and universities. In order to better carry out the teaching reform oriented by scientific problems and improve the quality of undergraduate teaching, this paper discusses the physics of the connotation of the TCM therapy of activating blood circulation and removing stasis. Most cardiovascular and cerebrovascular diseases are caused by such factors as poor qi circulation, stagnation of cold and heat stagnation in the body, block of phlegm and turbidness, blood stasis mass, etc., while activating blood circulation and removing blood stasis method has the functions of promoting blood circulation, reducing swelling and dispersing knot, regulating meridian and analgesia, etc. Therefore, activating blood circulation and removing blood stasis is a very effective method in the treatment of cardiovascular and cerebrovascular diseases. Traditional paper focuses on the pharmacodynamic treatment of activating blood circulation and removing blood stasis, and this article promotes blood circulation to remove blood stasis mechanism through blood and Poiseuille law of physics $Q = \pi r^4 \Delta p / (8 \eta L)$, $R = 8 \eta L / (\pi r^4)$. From the perspective of physics, this paper analyzes the connotation of promoting blood circulation and removing blood stasis, and extends the theory of physics series and parallel to the capillary structure, so as to discuss the significance of the branches of blood vessels at all levels, which makes the connection between the mechanism of activating blood circulation and removing blood stasis more profound. It is expected that nanoscale robots will enter human blood vessels to treat cardiovascular diseases, making further contributions to the realization of modern science of traditional Chinese medicine.

Keywords

Activating Blood and Removing Stasis, Blood, Physics, Poiseuille Law

Copyright © 2020 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. 现代背景

随着人们生活水平的提高，生活作息不规律、人口老龄化等问题成为心血管疾病发生的重要因素。根据《中国心血管病报告 2018》于 2019 年发布的报告可知，我国心血管疾病患病人数高达 2.9 亿，发病率及其死亡率仍在上升，且心血管疾病死亡率高于其他疾病，居于首位[1]。由此可见，心血管类疾病的防控与治疗刻不容缓。其中，冠心病成为严重威胁人类生命健康的常见多发心血管类疾病[2]。而随着现代国家越来越注重传统中医药文化的发展，活血化瘀药作用机制已从整体组织器官水平深入到细胞、基因表达与调控水平[2]。据悉，心血管疾病多由气血失和、寒热郁痹、痰浊阻滞、淤血肿块、出血瘀斑等因素导致[3]。而活血化瘀法活血行血、祛瘀通络，极为适合治疗由血液运行失常引起的疾病。因此，现代临床多采用活血化瘀法治疗心血管疾病，并取得较好的疗效。由于血液与心血管类疾病密切相关，根据血液组成和特性可知，血液是含有多种血细胞的非牛顿流体[4]，故可联系物理学泊肃叶定律，对中医

活血化癥法的内涵进行探讨。

2. 活血化癥法

活血化癥法为中医特有的一种治疗方法，该法通过调通血液运行、消散癥结、调经止痛来治疗癥血内停导致的所引起的一系列疾病[5]。所谓血癥即中医在人体气血津液章所说：“气停滞不行则为气滞，津液停滞不行则为痰湿，血停滞不行则为血癥”[6]。如《临证指南医案》中写到“血流之中，必有癥滞，故致病情缠绵不去”，《素问·调经论》有云：“寒独留，则血凝泣，凝则脉不通。”据典籍记载，活血化癥始于《内经》，名医张仲景在《金匱要略》和《伤寒论》中也有记载，在中医八法中属消法，消癥阻之证[7]，故常以活血化癥之法治疗心脑血管疾病。

2.1. 疗效内涵

活血化癥法适用于血行不畅致使癥血形成而引起的各种疼痛以及血证[8]，通过活血、行血、祛癥、通络、化旧生新等功效达到治疗相应疾病的目的[9]。除古籍记载，现代医学也对活血化癥疗效做出如下解释：活血化癥法主要是为血癥证而设，通过改善血液的理化性质，降低黏稠度，以减轻或消除癥血状况，主要用于治疗血癥证及因癥血堆积引起的其他疾病[8]。

2.2. 物理原理探讨

在人体内，血液是流动在人的血管和心脏中的一种红色不透明的粘稠液体，是心血管循环系统的主要组成部分。血液由血细胞和血浆两部分组成，血细胞又包括红细胞、血小板、白细胞。而血浆的组成极其复杂，包括蛋白质、脂类、无机盐、糖、氨基酸、代谢废物以及大量的水。血液的组成赋予了血液基本特性：血液是黏性流体，具有屈服应力，触变性等。此外，红细胞具有运输 O_2 和 CO_2 的功能，血小板具有凝血止血的功能，白细胞具有防御功能。因此，血液的正常运行是维持人体正常生理功能的重要原因[10]。

因血癥证多为癥血郁结，体内血液停滞或血运行不畅而阻滞经脉脏腑之内的血液所引起[8]，故而活血化癥作用机制与血液流动密不可分，因此可根据血液的物理性质将活血化癥法内涵与物理学联系在一起。本篇文章根据对已有的试验进行合理分析，首次将活血化癥的作用机理通过血液与泊肃叶定律 $Q = \pi r^4 \Delta p / (8\eta L)$ ， $R = 8\eta L / (\pi r^4)$ 联系起来。其中 Q 可以看作血管中的血量， P 为血压， R 为血阻， η 为血液黏度， L 为血管长度， r 为血管半径。这一点也可联系有关活血化癥药物或疗法的实验加以证明。如吴尧忠对丹参活血化癥试验、狄柯坪红花对家兔肠系膜微血管试验和劲动脉粥样硬化。

2.2.1. 丹参活血化癥案例

丹参有祛癥止痛，活血通经，清心除烦等功效，临床常做活血化癥药。以家兔作为实验对象，检测实验组和对照组实验前后血液流变方面指标，包括全血粘度(η_1)、血浆粘度(η_2)、血小板聚集性、血沉(ESR)、红细胞压积(HCT)、体外血栓形成、纤维蛋白原(FG)、凝血酶元时间(PT)、自陶土凝血活酶时间(KPTT)。根据实验结果得出：丹参通过抑制血小板聚集性，减轻体外血栓干、湿重，降低低切变率 γ 下的全血黏度 η_1 ，延长 KPTT(白陶土凝血活酶时间)值达到活血化癥的疗效[11]，案例中各试验指标测定结果见表 1~3。

Table 1. Measurement results of whole blood viscosity and plasma viscosity

表 1. 全血粘度、血浆粘度测定结果($\bar{X} \pm SD$)

项目		实验组	对照组
全血粘度	192 1/s (mpa·s)	6.17 ± 0.70	6.59 ± 0.22
	5.75 1/s (mpa·s)	30.02 ± 13.61	51.1 ± 9.76
血浆粘度	153.6 1/s (mpa·s)	4.18 ± 0.28	3.96 ± 0.21

Table 2. Measurement results of thrombosis *in vitro***表 2.** 体外血栓形成的测定结果($\bar{X} \pm SD$)

	实验组	对照组
湿重(mg)	58.2 ± 24.5	92.3 ± 47.9
干重(mg)	17.4 ± 9.3	27.6 ± 16.8

Table 3. Measurement results of two groups**表 3.** 二组测定结果($\bar{X} \pm SD$)

项目	实验组	对照组
PT (s)	9.16 ± 0.75	9.0 ± 1.87
KPTT (s)	24.60 ± 20.66	20.00 ± 2.68
Fg (mg%)	455.30 ± 90.1	481.60 ± 58.80
ESR (mm/h)	1.38 ± 0.82	2.35 ± 1.95
HCT (%)	33.95 ± 4.79	34.08 ± 3.36

2.2.2. 红花对家兔肠系膜微血管案例

红花可通经活血、祛瘀止痛，试验以家兔作为研究对象，观察实验组与对照组实验过程中微血管径(d)、血管运动频率及振幅、血压(p)变化。据观测可知：在血管运动明显期，静注 CTL (中草药红花提取液)后，血管运动的频率迅速减慢、振幅快速降低，并最终抑制于舒张状态，血液灌流量 Q 增加，且这种变化较注射 NA (去甲肾上腺素)的对照组更明显。此外还发现红花具有“扩血管作用”，但并不是单纯的扩张血管，而是抑制由 NA 诱导出来的血管运动，从而导致血流量 Q 增加，且红花这种作用不通过内源性 NO 介导[12]。

2.2.3. 劲动脉粥样硬化(CAS)病理

根据劲动脉粥样硬化病理可知，劲动脉内膜增厚、斑块的形成导致血管狭窄，即该处血管半径 R 变小，血流量 Q 减少，脂质代谢异常使血液黏稠，即 η 值变大，从而引发心脑血管疾病。根据张文将等人收集的 109 篇文献及其对中药汤剂治疗 CAS 药物进行统计归类分析得知使用率最高的是丹参、川芎类活血药[13]。而丹参等药物正是通过抑制导致劲动脉粥样硬化的血液理化性质的变化达到治疗 CAS 的目的。

2.2.4. 分析与联系

对上述实验及疗法进行合理分析可知用于治疗心血管疾病的药物，如丹参、红花和川芎等药物主要是通过血液流变指数达到活血化瘀的目的。而根据泊肃叶定律可知，血流量 Q 与 r 的四次方成正比，与 η 的一次方成反比。此外，r 和 η 的大小还影响着流阻 R 的大小。由此可见，活血化瘀的根本解决途径与泊肃叶定律十分吻合。因此从物理学对中医活血化瘀疗法内涵进行科学探讨，对中医药理论现代化解释和现代化建设有着支持作用。

3. 推测与展望

3.1. 推测

通过构建心血管系统物理模型，可以十分清楚地观测到血管各级分支变化：随着分支的增加，血管径 r 变小。由泊肃叶定律可知，流阻 R 与管径 r 的 4 次方成反比，当 r 变小时，R 会明显增大。因此，血管分支到毛细血管处流阻 R 应最大。但是，流阻 R 过大显然与血液在毛细血管正常流动的情况不符。据观测心血管物理模型，可视全身毛细血管为“并联”电路。根据电路串并联规律可知，毛细血管“并联”

将大为减少总流阻,因此毛细血管因半径小而造成流阻大的这一情况可相对忽视,也以此保障血液在毛细血管中的正常流通[14]。由此我们可以推测,人体血液性质与血管分支类似电路并联为我们从物理学上解释活血化癥疗效内涵提供了基础。如临床常做的搭桥手术从一定程度上应用了物理并联知识。心脏搭桥手术即在动脉狭窄远近端建立通道,连接主动脉与狭窄动脉远端,使血液能达到缺血部位[15]。物理并联即电路中各用电器并列连接在电路两点间的连接方式。根据血管各级分支结构可知,心脏搭桥手术相当于在主动脉从搭建的另一条支路到达缺血部位,该条支路相当于狭窄动脉所,却比其流阻小,血液流通会顺利进行。因此,从物理上看,活血化癥作用机制正是根据泊肃叶定律中 R 与 η 的关系来改变 R 、 η 值达到治疗心血管疾病的目。

3.2. 展望

临床关于活血化癥法的研究大多都是单纯的对其活血化癥功效,即活血行血、祛癥通络、化旧生新进行研究,而很少有文章将活血化癥的疗效机制与物理学进行联系。文章从物理学角度分析中医活血化癥内涵,提出将活血化癥的疗效内涵联系到物理泊肃叶定律上,并且将血管半径 r 与黏度 η 对血流量 Q 的影响进行对比分析。此外,通过合理推测,将物理电路串并联知识联系到毛细血管,从而深化活血化癥与泊肃叶定律之间的联系。希望有更完善合理的实验设计将物理串并联知识应用到血管多级分支上,探究血液在各级分支流动情况并进行分析。在此可期待纳米级机器人进入人体血管[16]对新陈代谢产物进行清除用以治疗心血管疾病,希望这一技术随着国家科技水平的进步得以快速实现。我们将进一步挖掘《医学物理学》与中医药等相关专业交叉的其他科学问题,进一步具体探索问题的科学内涵,培养同学发现和解决科学的能力,为学校“双一流”建设添砖加瓦。

致 谢

感谢成都中医药大学校级线上线下混合式示范课程《物理学》、成都中医药大学校级线课程思政示范课程《物理学》、成都中医药大学核心通识课程《物理思维与科研素养》、成都中医药大学青年骨干教师教学能力提升高级研修班等建设项目的支持。

基金项目

成都中医药大学教学改革项目(JGYB201975, JGZX201812); 四川省教育厅 2018~2020 年高等教育人才培养质量和教学改革项目(JG2018-611)。

参考文献

- [1] 张凤秋. 基于 CiteSpace V 我国心血管疾病文献计量分析[J]. 中国老年保健医学, 2020, 18(3): 75-77.
- [2] 王远航, 黄文权. 活血化癥法治疗冠心病研究进展[J]. 中国中医急症, 2008(9): 1277-1278.
- [3] 李方莲, 邢一伟. 活血化癥法在心血管病中的应用[J]. 吉林中医药, 2005, 25(4): 43.
- [4] 王磊, 翼敏. 医用物理学[M]. 第9版. 北京: 人民卫生出版社, 2018.
- [5] 俞燕, 蒋超鹏, 沈金龙, 刘强. 活血化癥法在心血管疾病中的运用[J]. 深圳中西医结合杂志, 2013, 23(5): 301-303.
- [6] 陈晨, 刘倩, 高华. 活血化癥药药理作用研究进展[J]. 中国药事, 2011, 25(6): 603-605.
- [7] 刘颖, 张楠, 艾民. 活血化癥法治疗高血压性脑出血的临床疗效[J]. 中国老年学杂志, 2019, 39(11): 2605-2607.
- [8] 雷新霞, 王志国, 赵汉青. 浅谈活血化癥法、通经活络法与软坚散结法[J]. 中医学报, 2018, 33(5): 793-795.
- [9] 张金生. 活血化癥治法理论“祛癥血”和“生新”层面的内涵探究[J]. 北京中医药大学学报, 2012, 35(4): 230-232.
- [10] 郭健, 杜联. 生理学[M]. 第三版. 北京: 人民卫生出版社, 2016: 3.

- [11] 吴尧忠, 倪正, 许慧琪, 蔡雪珠. 丹参活血化瘀作用及机理探讨[J]. 南京中医药大学学报, 1995, 11(6): 35-36.
- [12] 狄柯坪, 郝凤琴, 常立功. 红花对家兔肠系膜微血管运动作用机理的在体研究[J]. 四川中医, 2006, 24(1): 21-22.
- [13] 沙月皎, 李运伦, 弭德扬. 从脉痹论颈动脉粥样硬化辨治[J]. 山东中医药大学学报, 2020, 44(4): 356-359.
- [14] 王真富. 血压在前阻力血管中下降最快的原因分析[J]. 河北医学, 2002, 8(2): 119-121.
- [15] 徐倩, 欧阳春. 回输洗涤式自体血对心脏搭桥手术患者术后炎症介质水平和凝血功能的影响[J]. 国际医药卫生导报, 2020, 26(9): 1232-1234.
- [16] 王慧. 基于压电驱动的线性位移以及旋转位移驱动器的研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海交通大学, 2003.