

· 研究报告 ·

全草类中药饮片吸水量的初步探索

杨杰辉¹, 乔培浩¹, 黄玉¹, 王玉文¹, 张忠全¹, 黄美红² (1. 上海同济堂药业有限公司, 上海 201707; 2. 上海松江方塔中医医院, 上海 201600)

[摘要] 目的 测定单味全草类中药饮片在常温下的吸水系数, 以对采用煎药机煎煮中药的加水量提供依据。方法 通过对 107 味全草类中药饮片的吸水系数进行研究, 将模拟药方分别按煎药机厂家推荐公式计算的加水量和按吸水系数计算的加水量进行煎煮, 把两者得到的出液量与需液量进行比较。结果 不同质地的全草类中药饮片之间的吸水系数差异较大, 按煎药机厂家推荐公式加水所得的出液量与需液量相差较大且无规律可循, 而按吸水系数加水所得的出液量与需液量误差较小且有规律可循。结论 实验测定中药饮片的吸水系数对指导煎药工用煎药机煎药所需加水量具有实际指导意义。

[关键词] 全草; 中药饮片; 吸水系数; 吸水量

[中图分类号] R283 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1006-0111(2019)03-0254-06

[DOI] 10.3969/j.issn.1006-0111.2019.03.013

Preliminary exploration on water absorption of the herbal traditional Chinese medicine pieces

YANG Jiehui¹, QIAO Peihao¹, HUANG Yu¹, WANG Yuwen¹, ZHANG Zhongquan¹, HUANG Meihong² (1. Shanghai Tongjintang Pharmaceutical Co., Ltd., Shanghai 201707, China; 2. Shanghai Songjiang Fangta Traditional Chinese Medicine Hospital, Shanghai 201600, China)

[Abstract] **Objective** To determine the water absorption coefficient of each individual whole grass Chinese herbal medicine pieces at room temperature, and to guide the water addition in the decoction process of Chinese herbal by the decocting machine. **Methods** Through the study of the water absorption coefficient of 107 kinds of Chinese herbal medicine pieces, the simulated prescriptions were decocted according to the recommended formula provided by the decocting machine manufacturer or according to and the water absorption coefficient. The amount of liquid obtained by the two methods was compared with the amount of liquid required. **Results** The water absorption coefficients of the whole grass Chinese herbal medicine pieces, with different characteristic textures, were quite different. The amount of liquid obtained according to the manufacturer's recommended formula was quite different from the amount of liquid required. Plus, there was no specific rules to follow. However, the error between the amount of liquid obtained according to the water absorption coefficient and the amount of liquid required was small and there was a regular pattern to follow. **Conclusion** The experimental determination of the water absorption coefficient of traditional Chinese medicine decoction pieces could guide the amount of water added to the decoction machine.

[Key words] whole grass; traditional Chinese medicine decoction pieces; water absorption coefficient; water absorption

中药汤剂是指将中药饮片加水煎煮后, 去渣取汁所得的液体制剂, 是目前中医临床应用较为广泛的剂型。汤剂的质量受多种因素影响, 其中, 煎煮时的加水量是重要因素之一。但目前煎煮加水量多以经验为主, 尚无统一量化标准, 仅凭传统经验(浸过

药面 2~5 cm)或者按照煎药机厂家推荐的加水公式加水, 难免造成加水量过多或过少。加水量过少, 饮片煎不透, 造成有效成分煎出率低, 而饮片的有效成分也有可能因为局部温度过高而被破坏^[1]; 加水量过多, 煎药时间延长, 从而使某些药的有效成分被破坏或者消失^[2], 同时也因为药液过多导致患者服药困难。因此, 煎药加水量需要深入的量化研究。现代研究中对于煎药加水量的研究较少, 在已有的研究中大部分单味取药, 量少、研究饮片品种也只有几十个, 具有局限性, 研究结果在实际工作中的量化应用意义不显著。然而, 煎煮中药时所用的加水量直接关系到中药有效成分的溶出情况^[3], 近年来, 随

[基金项目] 上海市卫生和计划生育委员会中医药科技创新项目 (ZYKC201603007)

[作者简介] 杨杰辉, 本科, 执业药师, 研究方向: 中药学, Email: 35286775@qq.com

[通讯作者] 黄美红, 大专, 主管中药师, 研究方向: 中药煎药, Email: 2753958560@qq.com

着互联网及物流行业的快速发展,社会化煎药模式给医院及患者带来了极大的便利,在企业化大规模煎药生产过程中,必须对影响煎药质量的关键工序制订严谨可控的执行标准,加水量是其中一个重要环节。笔者统计了上海同济堂药业有限公司2012—2017年间,接受委托的煎药处方中,曾经出现的各类中药饮片共计约760味,通过测定这些饮片的吸水系数,建立煎药加水量数学模型,为科学指导煎药加水量提供重要依据。全草类是上述760味中药饮片的重要组成部分,共计107味,临床使用频率较高,本研究通过测定107味全草类中药饮片的吸水系数,计算处方中各味饮片的总吸水量,从而指导整张处方的加水量。

1 仪器和试剂

1.1 仪器

量筒(500 ml及1 000 ml)、布氏漏斗、塑料量杯(5 000 ml)、电子秤、玻璃棒、称量纸、计时器、温度计、小切刀、30℃左右的自来水、滤纸、北京东华原YJX(YJ)电煎微压循环煎药机。

1.2 试剂

实验饮片均购自上海同济堂药业有限公司,均符合2015年版《中华人民共和国药典》或2008年版《上海市中药饮片炮制规范》或企业内控标准。

2 方法与结果

2.1 实验方法

用电子秤准确称取同批号100 g的实验饮片3份,置入5 000 ml塑料量杯中,加入30℃左右的自来水(加水量一般为500~2 000 ml,为饮片质量的5~20倍,确保饮片充分吸水)。浸泡30 min后,每间隔5 min,查验饮片是否完全浸透(以体积相对较大的片、段、块等沿中线切开后中间无白心、无硬心为浸透标准,对超过2 h仍然无法浸透的,认为该饮片吸水饱和),并记录浸透所需时间。浸泡结束后,滤除多余液体,以无液体流出为标准,称量过滤后的湿饮片质量。记录相关实验数据,依次实验并记录每味全草类中药饮片的相关实验数据。

2.2 计算吸水系数

根据计算公式^[2]:吸水系数(K)=饮片吸水量/饮片质量=(湿饮片质量-饮片质量)/饮片质量,记录各饮片的吸水系数,根据处方中使用频率由高至低排序,见表1。

表1 107味全草类中药饮片吸水系数测定结果(n=3)

序号	饮片名称	吸水系数 (ml/g)	序号	饮片名称	吸水系数 (ml/g)
1	通天草	3.355	55	省头草	1.518
2	紫花地丁	3.202	56	苍耳草	1.502
3	浮萍	2.680	57	芥菜花炭	1.502
4	岩柏	2.427	58	蛇莓	1.498
5	虎耳草	2.378	59	鸡眼草	1.454
6	鸭跖草	2.368	60	大狼把草	1.452
7	佛耳草	2.346	61	葶菜	1.451
8	石上柏	2.270	62	炒荆芥	1.436
9	茵陈	2.221	63	车前草	1.435
10	婆婆针	2.164	64	干佩兰	1.433
11	连钱草	2.068	65	马齿苋	1.429
12	淫羊藿	2.048	66	小蓟炭	1.420
13	墨旱莲炭	2.034	67	辣蓼	1.419
14	童子益母草	2.028	68	瞿麦	1.411
15	益母草	2.028	69	天胡荽	1.402
16	白毛夏枯草	2.016	70	石见穿	1.399
17	半枝莲	1.982	71	叶下珠	1.386
18	白花蛇舌草	1.958	72	河白草	1.374
19	淡竹叶	1.954	73	地锦草	1.352
20	荔枝草	1.920	74	马蹄金	1.350
21	鱼腥草	1.885	75	蒲公英	1.350
22	泽漆	1.883	76	水线草	1.320
23	狗舌草	1.872	77	冬凌草	1.293
24	对坐草	1.838	78	千里光	1.292
25	香薷	1.817	79	地耳草	1.290
26	积雪草	1.795	80	酢浆草	1.290
27	藿香	1.783	81	绞股蓝	1.274
28	鹅不食草	1.780	82	干垂盆草	1.274
29	墨旱莲	1.775	83	蜀羊泉	1.272
30	豨莶草	1.774	84	泽兰	1.270
31	猪殃殃	1.764	85	广藿香	1.247
32	木贼	1.760	86	鹿衔草	1.240
33	乌敛莓	1.744	87	半边莲	1.240
34	小青草	1.728	88	小蓟	1.218
35	薄荷	1.700	89	天名精	1.218
36	薄荷炭	1.700	90	伸筋草	1.216
37	牡蒿	1.670	91	一枝黄花	1.209
38	大蓟炭	1.650	92	翻白草	1.190
39	石打穿	1.641	93	溪黄草	1.189
40	龙须草	1.641	94	肿节风	1.182
41	芥菜花	1.632	95	穿心莲	1.158
42	卷柏	1.628	96	马鞭草	1.148
43	老鹳草	1.620	97	篇蓄	1.129
44	苏败酱	1.609	98	杜衡	1.061
45	大蓟	1.608	99	仙鹤草	1.010
46	荆芥炭	1.598	100	鸡骨草	0.993
47	铁苋菜	1.584	101	腹水草	0.962
48	金沸草	1.577	102	刘寄奴	0.950
49	龙葵	1.573	103	天仙藤	0.929
50	荆芥	1.567	104	贯叶连翘	0.867
51	葎草	1.562	105	海金沙藤	0.751
52	天青地白草	1.560	106	麻黄	0.692
53	景天三七	1.547	107	蜜炙麻黄	0.267
54	寻骨风	1.526			

注:表中吸水系数均按每100 g饮片实验测得

2.3 拟定加水量计算公式

在用煎药机煎药生产过程中,笔者参考了前人对加液量数学模型的研究结果:加液量=每味中药饮片的吸水率×饮片质量+蒸发量+所需出液量-煎药机挤压功能参数×处方中饮片总质量^[4],以及处方加水量=吸水量+得液量+损耗量^[5-7],结合不同客户对服药剂量规定不统一的特殊需求,拟定处方加水量计算公式如下: $V=(k_1 \times w_1 + k_2 \times w_2 + \dots + k_n \times w_n) \times P + N \times L \times M + T$ 。其中, V 表示处方加水总量,单位为 ml, $k_1 \dots k_n$ 表示各中药饮片吸水系数,单位为 ml/g, w_n 表示各味饮片质量,单位为 g, P 表示调节系数, N 表示处方剂数, L 表示每日服药频次, M 表示每次服药剂量,单位为 ml, T 表示损耗量,单位为 ml。在实际大规模煎药生产过程

中,损耗量由煎药设备所致损耗量、包装过程中蒸发量、包装设备所致损耗量、连接管路所致损耗量 4 个部分组成。

2.4 损耗量的测定

依据公式计算加水量,需要先行测定煎药过程的损耗量 T ,根据质量守恒定律,加水量(V_0)×水密度($d_{水}$) + 处方药材总质量(W_0) = 损耗量(T)×药液密度($d_{药}$) + 湿饮片总质量(W_1) + 得液量(V_1)×药液密度($d_{药}$),在测定损耗量 T 的同时,需要先测定药液密度 $d_{药}$ 平均值,在煎药过程中,蒸发损耗部分药液的密度 $d_{药}$ 可以近似等于自来水的比重,得液量药液密度 $d_{药} = \text{得液量质量} / \text{得液量体积}$ 。笔者随机抽取不同生产单号的产品 20 例,通过实验测定药液密度 $d_{药}$ 平均值为 1.017 5,见表 2。

表 2 得液量药液密度测定($n=20$)

序号	生产单号	剂数	药液质量(m/g)	药液体积(V/ml)	药液密度(d/ml)	RSD
1	2810	7	194	190	1.021 1	0.51
2	3363	14	199	194	1.025 8	0.50
3	3407	7	201	196	1.025 5	0.47
4	3423	7	196	194	1.010 3	0.44
5	3428	14	197	194	1.015 5	0.42
6	3476	7	199	196	1.015 3	0.43
7	3499	14	191	188	1.016 0	0.45
8	3500	7	193	190	1.015 8	0.46
9	3527	14	197	194	1.015 5	0.48
10	3640	7	200	196	1.020 4	0.50
11	3656	14	196	194	1.010 3	0.51
12	3673	7	198	194	1.020 6	0.49
13	3687	14	198	194	1.020 6	0.51
14	3704	7	198	196	1.010 2	0.53
15	3733	14	195	192	1.015 6	0.49
16	3808	7	199	196	1.015 3	0.52
17	3923	14	198	196	1.010 2	0.56
18	3993	7	203	198	1.025 3	0.32
19	3994	7	198	194	1.020 6	0.18
20	4030	14	196	192	1.020 8	0.23
合计			3 946	3 878	1.017 5	

固定煎药工艺参数条件下,每家煎药生产企业选择的设备类型不同,不同厂家、不同型号的煎药机、包装机生产过程损耗量也不相同,故不同型号的生产设备在工业化煎药生产前应进行损耗量等相关参数的验证。笔者通过实验测定得出本单位煎药机、包装机组合的每次煎药加工平均损耗量为 644 ml,与加水量比较,平均损耗率为加水量的

5.55%,实验结果见表 3。

2.5 吸水调节系数的测定

吸水系数的测定是在常温条件下得出的,在实际生产条件下,药材吸水量的理论计算值与实际吸水量有一定差异,通过实验测定,调节系数(P) = 实际吸水量/理论吸水量,经过计算平均调节系数为 1.178 7,见表 4。

表3 煎药机平均损耗量(n=20)

序号	机型	加水量(V/ml)	饮片质量(m/g)	湿饮片质量(m/g)	得液量(V/ml)	损耗量(V/ml)
1	40型	16 500	7 470	15 557	7 500	774.25
2	40型	15 500	7 420	15 177	6 100	1 530.15
3	40型	16 000	7 350	15 224	6 900	1 098.35
4	40型	17 400	7 320	17 148	6 800	646.20
5	40型	17 500	7 308	17 344	5 900	1 454.85
6	40型	16 000	7 160	16 623	6 000	426.00
7	40型	14 900	7 126	14 830	6 200	881.30
8	40型	15 200	6 990	15 394	6 100	583.15
9	40型	14 000	6 970	12 798	7 000	1 042.50
10	40型	16 500	6 920	15 688	7 000	602.50
11	20型	9 500	2 220	4 390	7 000	200.50
12	20型	6 200	2 128	4 498	3 200	570.80
13	20型	6 500	2 102	4 525	3 800	206.70
14	20型	9 500	2 028	4 533	6 600	272.90
15	20型	6 000	2 027	4 336	3 400	228.10
16	20型	9 300	1 910	4 048	6 400	643.60
17	20型	6 800	1 860	4 196	4 000	390.00
18	20型	6 300	1 800	3 503	4 000	523.00
19	20型	6 200	1 780	3 812	3 500	603.25
20	20型	6 200	1 730	3 642	4 000	214.00

表4 调节系数的测定(n=20)

序号	理论吸水量(m/g)	饮片质量(m/g)	湿饮片质量(m/g)	实际吸水量(m/g)	差异量(m/g)	调节系数(P)
1	9 022	7 590	18 668	10 877	1 855	1.205 6
2	7 014	7 534	16 041	8 352	1 339	1.190 9
3	7 253	7 512	17 474	9 781	2 528	1.348 5
4	7 014	7 504	17 007	9 330	2 317	1.330 3
5	5 563	7 470	15 557	7 940	2 377	1.427 2
6	7 881	7 420	17 299	9 700	1 818	1.230 7
7	7 474	7 420	15 177	7 616	142	1.019 0
8	7 308	7 400	15 815	8 262	954	1.130 5
9	6 539	7 350	15 224	7 731	1 192	1.182 2
10	7 645	7 340	16 976	9 461	1 816	1.237 5
11	8 972	7 320	17 148	9 649	677	1.075 5
12	8 056	7 308	17 344	9 854	1 797	1.223 1
13	7 936	7 210	18 489	11 074	3 138	1.395 4
14	8 300	7 160	16 623	9 291	991	1.119 4
15	7 773	7 126	14 830	7 564	-209	0.973 1
16	7 417	6 990	15 394	8 251	834	1.112 4
17	5 868	6 970	12 798	5 722	-146	0.975 1
18	6 983	6 920	15 688	8 609	1 626	1.232 8
19	6 946	6 879	14 596	7 577	631	1.090 9
20	6 108	6 827	13 505	6 557	449	1.073 5

2.6 实验对比验证

2.6.1 模拟处方设定

通过对上海市医疗机构近6个月内324 853张煎药处方统计,处方平均药味数19.46味,平均处方剂数9.77剂,故选择模拟处方为20味药,剂数为10剂。根据全草类饮片药味使用频率由高至低每

20味为一组,共分为5组,分别记为A、B、C、D、E组,每个组方单味药剂量定为10g,共10剂。每组药材质量为2 000g。

2.6.2 实验方法验证

根据确定的5组模拟处方,每组同时准确调配2份,分别记为A1、A2;B1、B2;C1、C2;D1、D2;E1、

E2。每组第1份根据设备厂家推荐公式计算加水量, $W = 200 + 1.08W_y + N \times 1.8 \times K$ (W 代表加水量 ml, W_y 代表饮片总质量 g, N 代表一次煎药的剂数, K 为一次服药剂量 200 ml, 200、1.08、1.8 为经验常数) 进行实验, 第2份按吸水系数计算加水量进行实验, 每组处方加水量 $V = (k_1 \times w_1 + k_2 \times w_2 + \dots + k_n \times w_n) \times P + N \times L \times M + T$, 调节系数 $P = 1.1999$, 剂数 $N = 10$, 每剂服药 2 次, $L = 2$, 每次 200 ml, $M = 200$, 损耗量 $T = 800$, 10 剂药需液量

$V_0 = N \times L \times M = 4\ 000$ ml, 分别加入 30 °C 左右的自来水, 浸泡 60 min 后, 按企业的标准操作规程操作煎药工序, 并分别记录得液量体积 V_1 、 V_2 , 依次实验并记录 B 组至 J 组数据, 实验测得的得液量 V_1 、 V_2 与需液量 V 进行比较, 误差 = 得液量 - 需液量, 结果见表 5 和表 6。

对表 5 和表 6 的实验误差结果进行方差分析, 结果见表 7, F 值 $> F$ 临界值 ($\alpha = 0.05$), 且 $P < 0.01$, 表明两种加水方法具有显著性差异。

表 5 全草类中药饮片按推荐公式计算加水实验结果

处方	剂数	饮片质量(m/g)	加水量(V/ml)	需液量 V_0 (V/ml)	得液量 V_1 (V/ml)	误差 1(V/ml)
A1	10	2 000	5 960	4 000	3 450	-550
B1	10	2 000	5 960	4 000	3 090	-910
C1	10	2 000	5 960	4 000	2 890	-1 110
D1	10	2 000	5 960	4 000	3 240	-760
E1	10	2 000	5 960	4 000	2 990	-1 010

表 6 全草类中药饮片按吸水系数计算加水验证实验结果

处方	剂数	饮片质量(m/g)	加水量(V/ml)	需液量 V_0 (V/ml)	得液量 V_2 (V/ml)	误差 2(V/ml)
A2	10	2 000	7 781	4 000	4 160	160
B2	10	2 000	7 760	4 000	4 320	320
C2	10	2 000	7 957	4 000	4 410	410
D2	10	2 000	7 108	4 000	4 100	100
E2	10	2 000	7 995	4 000	3 980	-20

表 7 全草类中药饮片两种不同加水方法实验结果误差统计分析

差异源	观测数	求和	平均	方差	偏差平方和	自由度	均方	F 值	P 值	F 临界值($\alpha=0.05$)
组间	5	-4 340	-868	48 320	2 819 610	1	2 819 610	72.4	0.000 03	5.32
组内	5	970	194	29 580	311 600	8	38 950			
总计	10	-3 370	-674	77 900	3 131 210	9				

2.7 与文献记载吸水系数比较

与文献记载的同品种研究结果比较^[2,4], 结果见表 8。

表 8 全草类中药饮片实测吸水系数与文献记载结果比较

序号	饮片名称	吸水系数(ml/g)		差异值(ml/g)
		文献记载值	本法实测值	
1	白花蛇舌草	4.63	1.958	2.672
2	青蒿	3.38	1.670	1.710
3	仙鹤草	4.12	1.010	3.110(最大)
4	茵陈	4.05	2.221	1.829
5	麻黄	2.18	0.692	1.488
6	益母草	1.78	2.028	-0.248
7	车前草	1.52	1.435	0.085(最小)
8	马齿苋	1.67	1.429	0.241

3 讨论

从表 1 可以看出, 全草类中药饮片虽为同一药用部位, 吸水系数差别较大, 最大和最小吸水系数相差 3.088 ml/g。通过计算, 得出全草类平均吸水系数为 1.574 3。饮片吸水系数主要受药材质地、药材所含成分、饮片片型大小和饮片炮制工艺的影响。如通天草、紫花地丁的吸水系数高达 3.0 以上, 质地坚硬的饮片(如海金沙藤、麻黄、蜜炙麻黄)的吸水系数较小(1.0 以下), 同一饮片不同的炮制方法其吸水系数也不同, 如生品与炒制品、炒炭品吸水系数值均存在一定差异。墨旱莲炭吸水系数值比墨旱莲增加近 30%, 大蓟、小蓟、荆芥炒炭后吸水系数值与生品比较均有不同程度升高。芥菜花炒炭后吸水系数值降低, 麻黄蜜炙后吸水系数值降低明显。

对两种不同加水方法实验结果进行统计分析,本实验的吸水系数与厂家推荐公式计算的系数之间有较大差异,本实验吸水系数法得到的出液量更接近实际需液量,且误差值相对集中,在实际生产中更容易控制,产生误差的原因可理解为饮片在煎煮条件下继续增加的吸水量。与文献记载部分质地坚实的根茎类、种子类等含淀粉、黏液质多的药材,在浸泡时吸水量小但在煎煮时吸水量大^[3]结论相吻合。从表8的对比结果可以看出,饮片传统煎煮条件的饮片吸水量与常温实验条件比较,吸水量增加明显,各品种增加吸水量数值存在较大差异,最小差异值(车前草)为0.085,最大差异值(仙鹤草)达到3.110,在工艺条件相对固定的情况下,通过增加加水量公式修正参数,如调节系数 P 、损耗量 T 等来修正加水量的适用性,中药饮片大批量、社会化、机器煎煮可以通过饮片加水量公式实现软件计算加水量。

4 结论

中药汤剂在现代中医临床中应用普遍,汤剂的质量直接影响临床疗效。汤剂在煎煮时以水为溶媒,加水量是影响饮片有效成分溶出率的关键因素。本研究通过对107味全草类中药饮片吸水系数的测定以及对调节系数、损耗量的验证实验,初步摸索了利用计算机软件,通过吸水系数计算加水量指导煎药机生产加水量的可行性。由于本研究只测定了常用全草类中药饮片在室温条件下的吸水系数,虽然能够利用计算公式指导实际生产加水量化,但仍

具有一定局限性及差异性。为进一步深入研究推进中药汤剂标准化、规模化、自动化生产加工,仍需对其他类常用中药饮片在常温下、煎药机煎煮条件下的吸水系数进行测定,并对两种实验条件下的结果进行深入分析,与实际生产工艺条件比较,探索企业个性化加水量数学模型,将单味中药饮片两种不同工艺条件下的吸水系数作为饮片的属性之一输入计算机信息系统,根据建立的加水量数学模型,通过大量的生产实践验证,不断优化各关键工艺参数及软件算法,利用计算机信息软件程序,计算处方总的加水量,提高煎出率、降低生产成本、提高汤剂质量、推进中药汤剂的生产标准化。

【参考文献】

- [1] 石婷. 中药汤剂制备与服用的科学化合理化[J]. 实用医技杂志, 2008, 15(25): 3357-3358.
- [2] 穆兰澄, 仝小林, 刘峰, 等. 中药饮片煎煮过程中吸水量的实验研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(4): 7-8.
- [3] 王抒, 黄翠. 关于中药汤剂煎煮时对水量的要求[J]. 中国中医药信息杂志, 2009, 16(1): 108.
- [4] 戴丽莉, 葛朝伦, 孙奇, 等. 中药汤剂煎药机加液量数学模型的初步研究[J]. 中国药房, 2016, 27(1): 18-22.
- [5] 蒋炬辉. 应用煎药机煎药时药量与加水量关系的初步研究[J]. 海峡药学, 2014, 26(9): 98-99.
- [6] 陈平亚. 中药煎煮方法与煎取量间关系的探讨[J]. 中国民康医学, 2007, 19(12): 496-497.
- [7] 李彬. 应用新型煎药机煎药时对加水量的实验研究[J]. 天津医科大学学报, 2004, 10(1): 68-70.

[收稿日期] 2018-12-09 [修回日期] 2019-03-04

[本文编辑] 陈盛新

(上接第248页)

【参考文献】

- [1] SIEGEL R L, MILLER K D, JEMAL A. Cancer statistics, 2015[J]. CA; Cancer J Clin, 2015, 65(1): 5-29.
- [2] 董隽. 激素难治性前列腺癌对多西他赛耐药机制的研究进展[J]. 中华泌尿外科杂志, 2011, 32(2): 138-140.
- [3] 马琪, 李永红, 杨斌, 等. 前列腺癌化疗安全共识[J]. 现代泌尿外科杂志, 2018, 23(2): 85-92.
- [4] 周爱萍, 房虹, 李长岭, 等. 去势抗拒前列腺癌治疗新药卡巴他赛[J]. 中国新药杂志, 2013, 22(19): 2229-2231.
- [5] LEE K C, MATURO C, RODRIGUEZ R, et al. Nanomedicine-nanoemulsion formulation improves safety and efficacy of the anti-cancer drug paclitaxel according to preclinical assessment[J]. J Nanosci Nanotechnol, 2011, 11(8): 6642-6656.

- [6] 杨恩慈, 李苾清, 林长征, 等. 改善紫杉醇水溶性方法的研究进展[J]. 中南药学, 2011, 9(8): 615-618.
- [7] 连建豪, 陈建明. 纳米给药系统在难溶性药物制剂研究中的应用[J]. 中国新药与临床杂志, 2012, 31(8): 441-446.
- [8] 王梦迪, 何广卫. 靶向递药系统白蛋白纳米粒的研究进展[J]. 安徽医药, 2013, 17(10): 1649-1651.
- [9] 黄娜, 高慧敏, 陈两绵, 等. 金银花与山银花的体外溶血作用分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(12): 6-12.
- [10] 黄伟忠, 蔡泽府, 张清民. 紫外分光光度法测定注射剂溶血的方法研究[J]. 今日药学, 2016, 26(10): 713-716.
- [11] 郝斌, 马志方. 去势抵抗性前列腺癌化疗及其新进展[J]. 临床泌尿外科杂志, 2015, 30(1): 83-87.

[收稿日期] 2019-01-04 [修回日期] 2019-04-23

[本文编辑] 李睿旻