夏季高温条件下不同贮运装置对医院“互联网+药品”配送温度的影响Δ

蔡　峥*,尚　晨,何　娜,刘　芳,石伟龙,赵　喆,赵荣生#(北京大学第三医院药剂科,北京　100191)

中图分类号　R95　　**文献标志码**　A　　**文章编号**　1001-0408(2024)06-0758-04
DOI　10.6039/j.issn.1001-0408.2024.06.21

摘　要　目的　探索高温环境下适宜的“互联网+药品”配送贮运装置。**方法**　对北京地区夏季高温情况进行调研;回顾性分析2021年7月—2022年6月我院“互联网+药品”配送订单中不同贮藏条件药品所占的比例及其配送范围;通过温控模拟实验及验证实验探究夏季高温条件下,适宜北京同城“互联网+药品”配送的药品贮运装置。**结果**　北京市1991—2022年每年6—8月的月平均气温均在25.0 ℃以上;2021年7月—2022年6月,我院在北京地区“互联网+药品”配送目录中的333种药品中,要求25.0 ℃以下贮藏的药品共计104种(占比31.23%),这些药品的总配送次数为1 058次(占比19.63%);温控模拟实验及验证实验结果显示,“纸箱+泡沫箱+复合铝膜珍珠棉+500 g冷冻冰袋×2+气柱袋”次日达配送过程中药品包装内平均最高温度为9.6 ℃,平均最低温度为2.7 ℃,总体温度均处于15.0 ℃以下,可有效保障药品质量。**结论**　在夏季高温条件下,“纸箱+泡沫箱+复合铝膜珍珠棉+500 g冷冻冰袋×2+气柱袋”的贮运装置可以满足北京同城配送药品的贮藏温度要求。

关键词　互联网+药品;高温;北京;贮运装置;配送温度

Effects of different storage and transportation devices on the temperatures of “internet plus drug delivery” in hospital under high-temperature conditions in summer

CAI Zheng, SHANG Chen, HE Na, LIU Fang, SHI Weilong, ZHAO Zhe, ZHAO Rongsheng (Dept. of Pharmacy, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China)

ABSTRACT　OBJECTIVE To explore suitable storage and transportation conditions for “internet plus drug delivery” under high-temperature conditions. **METHODS** A survey on high-temperature conditions in summer in Beijing was conducted; a retrospective analysis was conducted on “internet plus drug delivery” orders in our hospital from July 2021 to June 2022, summarizing the proportion and delivery range of drugs under different storage and transportation conditions. Additionally, simulation and validation experiments were performed to investigate optimal drug storage and transportation devices for “internet plus drug delivery” in Beijing under high-temperature conditions in summer. **RESULTS** The monthly average temperature in Beijing from June to August consistently exceeded 25.0 ℃ between 1991 and 2022. From July 2021 to June 2022, a total of 104 drugs were required to be stored below 25.0 ℃, accounting for 31.23% of the 333 drugs listed in our hospital's “internet plus drug delivery” catalog in Beijing. These drugs were delivered 1 058 times, accounting for 19.63% of the total deliveries. Simulation and validation experiments demonstrated that the average maximum temperature during the next-day delivery process of “carton + foam box + composite aluminum film pearl cotton + 500 g ice bag×2 + gas column bag” was 9.6 ℃, the average minimum temperature was 2.7 ℃, and all the temperatures remained below 15.0 ℃, which could effectively ensure the quality of drugs. **CONCLUSIONS** Under the high-temperature conditions in summer in Beijing, the storage and transportation device of “carton + foam box + composite aluminum film pearl cotton + 500 g ice bag×2 + gas column bag” can meet the temperature requirements specified in the drug storage instructions for Beijing intra-city drug delivery.

KEYWORDS　internet plus drug delivery; high temperature; Beijing; storage and transportation devices; delivery temperature

随着互联网医疗的普及,各地医疗机构陆续上线了互联网医疗平台服务,并开展“互联网+药品”配送服务[1]。该服务通过互联网医疗平台开具经平台药师审核的处方,并经实体医疗机构、第三方药品调配机构或零售药店调配后,委托药品配送机构或物流公司送药到家[2]。针对“互联网+药品”配送的贮藏与运输,《北京市医疗机构互联网+药学服务规范》明确规定:应保障药品在贮运过程中处于说明书规定的温度范围内[1]。目前物流企业普遍采用厢式运输车运输药品,然而仅通过车载空调控制温度可能无法满足药品的贮运条件[3]。因此,需要进一步探究合理的物流运送条件,以满足药品实际

Δ **基金项目** 国家自然科学基金项目(No.72074005);首都临床诊疗技术研究及转化应用项目(No.Z211100002921065)

* **第一作者** 主管药师。研究方向:医院药房管理。E-mail:caiyaoshi8067@163.com

通信作者 主任药师,博士生导师。研究方向:循证药学、临床药物治疗评价、个体化治疗。E-mail:zhaorongsheng@bjmu.edu.cn

贮运需要，避免由于环境温度过高对药品质量产生的影响。北京大学第三医院（后文简称“我院”）药剂科自2020年8月1日启动“互联网+药品”配送服务，但夏季温度较高，药品配送过程可能无法满足药品说明书规定的贮藏条件。因此，本研究对北京地区夏季高温情况进行调研，分析及梳理我院“互联网+药品”配送现状，并通过模拟实验和验证实验探究不同贮运装置对“互联网+药品”配送温度影响，旨在为“互联网+药品”配送提供参考。

1 基本情况调研

1.1 北京地区夏季高温情况

基于北京市观象台站数据展开本研究。收集1991－2022年每年6－8月北京市观象台站显示的月平均最高气温、平均最低气温数据。上述数据均下载于中国气象数据网（http://data.cma.cn）。采用的逐月气象资料属于中国地面气候资料月值数据集。结果显示，1991－2022年，北京每年6－8月的月平均气温均在25.0 ℃以上。其中，6月平均最高气温为30.8 ℃，平均最低气温为20.0 ℃；7月平均最高气温为31.8 ℃，平均最低气温为23.0 ℃；8月平均最高气温为30.7 ℃，平均最低气温为22 ℃。

1.2 我院“互联网+药品”配送药品贮藏要求

参考2020年版《中国药典》（二部）凡例中药品【贮藏】项规定[4]，对我院“互联网+药品”配送目录中化学药、中成药、自制制剂的药品说明书中【贮藏】项内容进行梳理分类，回顾性分析2021年7月－2022年6月我院北京地区“互联网+药品”配送订单中不同贮藏条件药品所占的比例及配送次数。

结果显示，在此期间，我院共有6 388例患者通过互联网门诊开具药物处方订单，其中4 422份订单通过第三方快递配送，配送范围包括全国33个省份，其中配送目的地为北京的共计2 643单（占59.77%）。北京市的所有订单共涉及我院“互联网+药品”配送目录中的333种药品，这些药品的总配送次数为5 391次。药品说明书中药品贮藏温度的表述形式多样，有的明确了具体的温度，有的并未涉及具体温度的描述。其中要求25.0 ℃以下贮藏的药品共计104种（占比31.23%），总配送次数为1 058次（占比19.63%）；标注了需在阴凉处（包括凉暗处）贮藏的药品有45种（占比13.51%）、常温贮藏的药品有288种（占比86.49%）。在333种药品中，配送次数排前20位的药品共计配送3 970次，占总配送次数的73.64%；其中需20.0 ℃（阴凉处/凉暗处）及25.0 ℃以下贮藏的药品共7种，配送次数共计623次，详见表1。

表1 北京市内配送排前20位的“互联网+药品”配送次数及其药品说明书中贮藏条件

药品名称	配送次数/（占比/%）	贮藏条件
维参锌胶囊	1 112（28.01）	遮光，密封贮藏
叶酸片	963（24.26）	遮光，密封贮藏
生精片	602（15.16）	密封贮藏
当红创伤乳膏	269（6.78）	阴凉处贮藏
枸橼酸氯米芬片	123（3.10）	10～30 ℃贮藏，置于儿童不可触及的地方
枸橼酸他莫昔芬片	112（2.82）	遮光，密封贮藏
颈痛平片	98（2.47）	密封贮藏
恩替卡韦胶囊	86（2.17）	密封，25 ℃以下干燥处贮藏。可短期暴露于15～30 ℃环境
富马酸替诺福韦二吡呋酯片	85（2.14）	密封，30 ℃以下干燥处贮藏
恩替卡韦片	77（1.94）	密封，15～30 ℃干燥处贮藏
麒麟丸	74（1.86）	密封，防潮，避光，阴凉干燥处（不超过20 ℃）贮藏
鞣酸软膏	60（1.51）	凉暗处贮藏
维生素E乳膏	60（1.51）	凉暗处贮藏
甲钴胺片	44（1.11）	遮光，密封，10～25 ℃贮藏
西地那非片	43（1.08）	密封，30 ℃以下贮藏
地屈孕酮片	42（1.06）	15～30 ℃干燥处贮藏
根痛平颗粒	31（0.78）	密封贮藏
胰激肽原酶肠溶片	30（0.76）	密闭，阴凉（不超过20 ℃）干燥处贮藏
关节洗药	30（0.76）	密封贮藏
阿托伐他汀钙片	29（0.73）	密封贮藏

2 不同贮运装置对“互联网+药品”配送温度影响的研究

2.1 材料

2.1.1 包装

（1）纸箱：顺丰快递F3号纸箱，尺寸为30 cm×25 cm×20 cm，作为外包装；（2）泡沫箱：顺丰快递聚苯乙烯泡沫箱，尺寸为28 cm×23 cm×17 cm，厚度20 mm；（3）冰袋：顺丰快递冷冻冰袋，长20 cm，宽13 cm，重500 g，置于泡沫箱侧壁，为蓄冷剂；（4）气柱袋：顺丰快递气柱袋，包裹于药品表面，用以缓冲、减震和隔温；（5）复合铝膜珍珠棉保温袋：厚度2 mm，用以加强温控和隔温。

2.1.2 仪器与设备

RC-5+型温度记录仪购自江苏省精创电气股份有限公司。将温度计设置为每2 min记录1次温度。

2.2 温控模拟实验

2.2.1 分组与处理

本模拟实验于2022年8月1－3日在北京开展，实验日室外最高气温均大于30.0 ℃。实验分3组开展，即对照组、组1和组2，每组重复实验3次，实验方法详见表2。每次开展实验时，均模拟实际药品的配送条件，即在实验首日15：00按照相关要求进行药品包装，将温度计置于气柱袋内，然后将各组的药品置于轿车后备厢中，于隔日清晨08：00取回药品。

表2 温控模拟实验分组与处理

组别	保温措施（由外向内）	成本a/元	包装时长/min
对照组	纸箱+气柱袋	3	1
组1	纸箱+泡沫箱+500 g冷冻冰袋×2+气柱袋	10	3
组2	纸箱+泡沫箱+复合铝膜珍珠棉+500 g冷冻冰袋×2+气柱袋	11	4

a：成本为顺丰快递提供的包装耗材费用，具体包括纸箱、泡沫箱、复合铝膜珍珠棉、500 g冷冻冰袋及气柱袋费用。

2.2.2 数据收集与处理

每次实验均需记录如下数据：（1）实验首日及次日的最高气温、最低气温；（2）24 h内包裹内最高温度、最低温度以及在20.0 ℃以下的持续时间。

对上述数据进行描述性分析，并将每次实验时温度计记录的温度明细以1 h为单位间隔，绘制首日17：00至第3日08：00期间（共计39 h）的温度变化曲线图。使用单因素方差分析比较各组温度的差异，并使用Bonfer-

roni法进行两两比较。符合正态分布的计量资料采用$\bar{x}\pm s$表示，偏态分布的计量资料采用中位数（四分位数）表示，计数资料采用频数和构成比表示。假设检验均采用双侧检验，检验水准$\alpha=0.05$。统计分析使用SAS 9.4软件进行。

2.2.3　结果与分析

2022年8月1—3日的最高气温为34.0 ℃，最低气温为25.0 ℃。如图1所示，自首日17:00至次日07:00，对照组包裹内的平均温度明显下降，但始终≥24.7 ℃，其余两组包裹内的平均温度无明显波动，均维持在6.4 ℃以下。次日07:00至19:00，各组包裹内平均温度均呈现不同程度的上升趋势，其中组1于首日17:00至次日15:00、组2于首日17:00至次日19:00的包裹内温度均不高于19.2 ℃。次日09:00之后，各组包裹内的平均温度均呈现小幅上升，对照组温度始终≥29.8 ℃；组1自首日17:00至次日17:00的包裹内温度上升至24.0 ℃（维持24 h），至第3日凌晨03:00温度上升至29.1 ℃（维持34 h），直至温度监测结束，其温度始终≤29.8 ℃；组2自首日17:00至次日23:00，平均温度上升至23.7 ℃（维持30 h），此后始终低于27.8 ℃。方差分析结果显示，3组包裹内的温度差异具有统计学意义（$P<0.001$）。两两比较结果表明，组1与对照组、组2与对照组包裹内的温度差异均具有统计学意义（$P<0.001$），组1和组2包裹内的温度差异无统计学意义（$P=0.178$）。

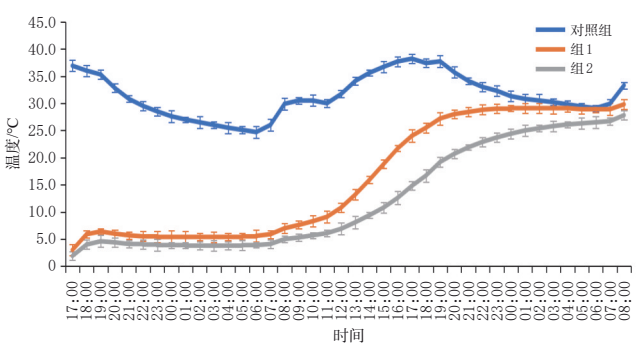


图1　3组药品温控模拟实验的温度变化曲线图（$\bar{x}\pm s$，$n=3$）

2.3　验证实验

2.3.1　分组与处理

自2023年6月起，本课题组采用上述模拟实验探索得到的最佳配送装置打包药品，并于2023年6月25日—7月27日开展模拟验证实验。验证实验分两组开展，即实验组和空白对照组。实验组采用“纸箱+泡沫箱+复合铝膜珍珠棉+500 g冷冻冰袋×2+气柱袋”的包装，空白对照组采用“纸箱+气柱袋”的包装。通过方便抽样法，选取我院10个居住在北京不同城区（大兴区、通州区、怀柔区、房山区、门头沟区、密云区、顺义区、昌平区、延庆区、平谷区）的职工，将温度计置入模拟的药品配送包裹内寄往职工家，模拟真实的药品配送条件。

2.3.2　数据收集与处理

记录快递配送距离、配送用时及各组包裹的揽件温度、最高温度、最低温度等数据，并使用t检验进行组间比较。假设检验均采用双侧检验，检验水准$\alpha=0.05$。统计分析使用SAS 9.4软件进行。

2.3.3　结果与分析

如表3所示，10个模拟配送药品的平均配送时长为15 h 35 min，其中最短配送时长为14 h 20 min，最长配送时长为16 h 52 min，均为次日达。如表4所示，实验时全日最高温度为37.3 ℃，全日最低温度的平均值为24.5 ℃。空白对照组配送过程中平均最高温度为32.4 ℃，平均最低温度为21.7 ℃；实验组配送过程中包裹内平均最高温度为9.6 ℃，平均最低温度为2.7 ℃，总体温度均处于15.0 ℃以下。

表3　北京市内模拟药品配送验证实验的配送距离及配送时长

日期	地点	配送距离/km	当日揽件时间	次日送达时间	配送时长
6月25日	大兴区	39	17:40	08:00	14 h 20 min
6月30日	通州区	59	17:10	10:02	16 h 52 min
7月5日	怀柔区	52	16:56	07:55	14 h 59 min
7月5日	房山区	46	16:57	08:22	15 h 25 min
7月10日	门头沟区	33	18:12	08:55	14 h 43 min
7月17日	密云区	74	16:37	09:20	16 h 43 min
7月17日	顺义区	64	16:38	08:51	16 h 13 min
7月19日	昌平区	31	17:32	08:08	14 h 36 min
7月25日	延庆区	83	17:32	09:42	16 h 10 min
7月27日	平谷区	35	17:17	09:12	15 h 55 min
均值		52			15 h 35 min

表4　北京市内模拟药品配送验证实验的温度记录

日期	地点	环境温度/℃		空白对照组温度/℃			实验组温度/℃		
		全日最高温度	全日最低温度	揽件温度	最高温度	最低温度	揽件温度	最高温度	最低温度
6月25日	大兴区	34.7	23.3	27.5	30.2	21.7	7.7	10.4	7.6
6月30日	通州区	39.1	25.7	27.2	35.3	18.9	5.4	6.8	3.1
7月5日	怀柔区	40.9	21.6	27.7	33.6	20.9	−0.8	9.7	−0.9
7月5日	房山区	40.9	21.6	28.0	36.4	25.0	−0.8	9.7	−0.9
7月10日	门头沟区	39.6	24.9	32.6	33.6	24.1	8.7	10.7	5.7
7月17日	密云区	36.2	26.5	21.6	32.3	20.7	2.0	11.7	1.8
7月17日	顺义区	36.2	26.5	22.3	32.2	22.3	4.6	10.3	3.8
7月19日	昌平区	37.1	25.4	29.1	31.7	21.4	2.6	11.0	2.5
7月25日	延庆区	34.2	25.4	28.6	29.7	22.8	5.0	8.7	5.0
7月27日	平谷区	33.6	24.0	27.1	29.2	18.9	3.1	7.0	−0.4
均值		37.3	24.5	27.2	32.4	21.7	3.8[a]	9.6[a]	2.7[a]

a：与空白对照组相应温度比较，$P<0.000\,1$。

3　讨论

随着《国务院办公厅关于促进“互联网+医疗健康”发展的意见》（国办发〔2018〕26号）等文件颁发，全国积极推动“互联网+医疗健康”的发展，多家医疗机构陆续上线了互联网诊疗和药品配送服务[5]。药品配送服务针对患者线上开具的常见病、慢性病处方，经药师审核处方后，由医疗机构、药品经营企业委托符合条件的第三方机构配送药品到家。这项服务不仅能让患者真正实现“足不出户，轻松看病，药至门前”，还能有效地缓解医院医疗资源供给压力，提高医疗服务效率[6]。

我院2020年8月启动“互联网+药品”配送服务。为切实保障患者用药的安全性及有效性，该项服务不仅要保证药品调剂的准确性，还要保证配送过程中药品的质量不受影响。回顾性研究数据显示，我院“互联网+药品”配送范围包括全国33个省份，其中配送目的地为北京的订单约占六成。常年来，北京地区夏季（6—8月）高温炎热，平均最高温度在30.0 ℃以上[7]，温度过高给药品的配送带来较大影响，尤其是对易挥发类、糖衣剂型类、半固体制剂类等特殊剂型，以及胰岛素、大分子生物制剂等遇到高温时易发生水解、挥发加速、酸败、熔化粘连、分层变形等现象的药物[8]。因此，有必要基于北京地区夏季高温条件下不同快递贮运装置对药品配送温度的影响进行研究，探索适宜的药品配送贮运装置，切实保障患者用药安全。

虽然顺丰快递有精温专递服务，但由于其收费标准较高（运输费用可达数百元），给患者带来了较大的经济负担，故探索一种适宜且经济的“互联网+药品”配送贮运装置，对于确保配送药品贮藏条件符合要求，保障患者用药安全、有效具有重要意义。本研究针对我院“互联网+药品”配送服务进行评价，目录范围内北京同城配送的333种药品的贮藏温度均为常温或阴凉，其中需20.0 ℃（阴凉处/凉暗处）、25.0 ℃以下贮藏的药品占三成以上，故本研究重点关注何种药品贮运装置可保证药品温度不高于20.0 ℃（即满足目录范围内北京同城配送全部药品的贮藏温度需求）。研究结果显示，在没有温控措施的情况下，普通快递运输时包装内的温度和外界环境温度的变化趋势基本一致，无法满足运输药品的温度要求，提示仅“纸箱+气柱袋”的贮运方式在夏季高温时节可能无法保证药品的质量；“纸箱+泡沫箱+500 g冷冻冰袋×2+气柱袋”可保障包装内药品温度低于20.0 ℃共计22 h；“纸箱+泡沫箱+复合铝膜珍珠棉+500 g冷冻冰袋×2+气柱袋”可维持26 h包装内药品温度低于20.0 ℃。研究中温度计紧贴药品放置，并用气柱袋包裹后装箱、放置冰袋，部分药品温度过低考虑是因气柱袋密封不佳所致。本研究选择最佳配送装置，进一步在北京城区范围进行验证实验，结果显示，配送药品的平均配送时间为15 h 35 min，其中最短配送时间为14 h 20 min，最长配送时间为16 h 52 min，均为次日达，且“纸箱+泡沫箱+复合铝膜珍珠棉+500 g冷冻冰袋×2+气柱袋”的装置可以满足需低于20.0 ℃贮藏药品的配送温度要求。但在实际配送过程中，应根据配送距离及时长选择适宜的药品配送贮运装置，在保证药品质量的前提下节省成本。

综上，本研究模拟真实药品配送条件，对不同药品贮运装置进行了比较，发现在夏季高温条件下，“纸箱+泡沫箱+复合铝膜珍珠棉+500 g冷冻冰袋×2+气柱袋”的贮运装置可以满足北京同城配送药品的贮藏温度要求。但本研究样本量较小，且当前开展的是基于北京地区的单中心研究，北京地区的气温、交通运输情况以及“互联网+药品”配送目录等不能完全代表全国范围的情况，故以北京市内的研究外延至全国范围所有配送区域具有一定的局限性。未来本课题组将进一步扩大样本量，并开展全国范围内的多中心研究，以充分探索适宜的“互联网+药品”配送贮运装置，切实保障配送的药品不受温度的影响。

参考文献

[1] 胡晨吉，郑明琳，梁蓝芋，等. 医疗失效模式与效应分析法用于“互联网+”冷链药品配送管理效果分析[J]. 中国药业，2023，32(21)：13-17.
HU C J，ZHENG M L，LIANG L Y，et al. Application effect of healthcare failure mode and effects analysis in “internet +” cold chain drug delivery risk management[J]. Chin Hosp Manag，2023，32(21)：13-17.

[2] 束雅春，江志伟.“互联网+药学服务”模式的实践与思考[J]. 中国药房，2021，32(17)：2149-2153.
SHU Y C，JIANG Z W. “Internet+pharmaceutical care” mode：practices and reflection[J]. China Pharm，2021，32(17)：2149-2153.

[3] 魏骅，黄传华. 重视药品运输质量管理 完善质量保证体系[J]. 中国药事，2006，20(7)：390-391.
WEI H，HUANG C H. Paying attention to quality management of drug transportation and improving quality assurance system [J]. Chin Pharm Aff，2006，20(7)：390-391.

[4] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典：二部[M]. 2020年版. 北京：中国医药科技出版社，2020：22-27.
National Pharmacopoeia Committee. Pharmacopoeia of the People’s Republic of China：part Ⅱ[M]. 2020 edition. Beijing：China Medical Science and Technology Press，2020：22-27.

[5] 李智勇，杨晴，翁开源. 第三方平台互联网诊疗的监管研究：基于演化博弈和仿真分析[J]. 广东药科大学学报，2023(6)：104-111.
LI Z Y，YANG Q，WENG K Y. Research on the regulation of online diagnosis and treatment on third-party platforms：based on evolutionary game and simulation analysis[J]. J Guangdong Pharm Univ，2023(6)：104-111.

[6] 胡晨吉，王世燕，金朝辉，等. 医院“互联网+”门诊药学服务模式实践与效果[J]. 中国药业，2021，30(9)：18-22.
HU C J，WANG S Y，JIN Z H，et al.Practical effect of the “internet plus” outpatient pharmaceutical care model in a hospital[J]. Chin Hosp Manag，2021，30(9)：18-22.

[7] 黄群芳. 北京夏季高温变化特征及对城市热岛强度的影响[J]. 气象科技，2023，51(1)：66-74.
HUANG Q F. Characteristics and amplified effect of summer high temperature on urban heat islands in Beijing[J]. Meteor Sci Technol，2023，51(1)：66-74.

[8] 武瑞平. 浅析药品运输中的质量管理[J]. 疾病监测与控制，2013，7(10)：597，648.
WU R P. Analysis on quality management in drug transportation[J]. J Dis Monit Contr，2013，7(10)：597，648.

（收稿日期：2023-12-12　修回日期：2024-02-18）
（编辑：林　静）