

针对北方寒冷地区肺外科围手术期气道管理的临床疗效观察

毛宇, 黎明, 周辰菲, 乔文婷*

内蒙古呼和浩特市第一医院胸外科 内蒙古呼和浩特

【摘要】目的 对比针对北方寒冷地区肺外科围手术期的肺不张和肺部感染, 在常规治疗基础上加用围术期的强化的肺功能训练以及纤维支气管镜下治疗参与的气道管理效果差异。**方法** 回顾性分析我院 2020 年 6 月至 2023 年 12 月期间我院收治的常见慢性肺疾病基础上行肺手术的患者 60 例, 观察组为在围手术期采用强化的肺功能训练以及纤维支气管镜下治疗参与的气道管理患者 30 例。选择前期行肺手术, 按照常规管理患者 30 例为对照组。比较两组的临床相关结果的效果差异。**结果** 在保证疗效的情况下, 观察实验组术前后的以肺功能为主要指标的气道管理质量的差别。比较两组患者治疗效果指标: 症状和体征 (体温、呼吸频率和氧饱和度); 血清学指标 (血气分析、白细胞、超敏 C 反应蛋白 (hs-CRP)); 肺功能指标 (包括潮气容积 (VT, ml), 一秒用力呼气容积 (FEV1.0, L), FVC1.0%, MVV 实/预测。)及 X 线胸片检查。结果治疗前, 两组患者评分比较差异无统计学意义 ($P>0.05$); 治疗后, 观察组患者的症状和体征 (体温、呼吸频率和氧饱和度); 血清学指标 (血气分析、白细胞、超敏 C 反应蛋白 (hs-CRP)); 肺功能指标 (包括潮气容积 (VT, ml), 一秒用力呼气容积 (FEV1.0, L), FVC1.0%, MVV 实/预测。)及 X 线胸片检查均显著均好于对照组患者。两组患者治疗后的差异有统计学意义 ($P<0.05$)。**结论** 针对北方寒冷地区肺外科围手术期的肺不张和肺部感染, 在常规治疗基础上加用强化的肺功能训练以及纤维支气管镜下治疗参与的气道管理可明显减轻肺部感染, 提高手术质量, 其治疗效果显著, 值得推广。

【关键词】 北方寒冷地区; 肺外科; 围手术期; 气道管理; 疗效观察

【基金项目】 2023 年呼和浩特市医疗卫生科技计划项目, 呼卫健医疗 2023031; 2023 年呼和浩特市科技计划应用研发项目, 2023-社-13

【收稿日期】 2024 年 9 月 22 日

【出刊日期】 2024 年 10 月 28 日

【DOI】 10.12208/j.ijcr.20241393

Observation on the clinical efficacy of perioperative airway management in lung surgery in cold northern regions

Yu Mao, Ming Li, Chenfei Zhou, Wenting Qiao*

Department of Thoracic Surgery, First Hospital of Hohhot, Inner Mongolia Hohhot, Inner Mongolia

【Abstract】 Objective To compare the difference in the effect of airway management with enhanced pulmonary function training and fiberbronchoscope treatment in perioperative period for atelectasis and pulmonary infection in lung surgery in cold northern regions. **Methods** A retrospective analysis was conducted on 60 patients who underwent lung surgery based on common chronic lung diseases admitted to our hospital from June 2020 to December 2023. The observation group consisted of 30 patients who underwent intensive pulmonary function training and fiberbronchoscope treatment in the perioperative period. 30 patients who underwent lung surgery in the early stage and were managed according to routine management were selected as the control group. The difference in the effect of clinical related results between the two groups was compared. **Results** While ensuring the efficacy, the difference in airway management quality with pulmonary function as the main indicator before and after surgery was observed in the experimental group. The treatment effect indicators of the two groups were compared: symptoms and signs (body temperature, respiratory rate and

第一作者简介: 毛宇 (1972-) 男, 内蒙古呼和浩特市人, 本科, 主任医师, 从事临床工作 30 年;

*通讯作者: 乔文婷 (1987-) 女, 内蒙古呼和浩特市人, 本科, 主管护师, 从事临床工作 14 年。

oxygen saturation); serological indicators (blood gas analysis, white blood cells, high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP)); pulmonary function indicators (including tidal volume (VT, ml), forced expiratory volume in one second (FEV1.0, L), FVC1.0%, MVV actual/predicted.) and X-ray chest film examination. Results Before treatment, there was no significant difference in the scores between the two groups of patients ($P>0.05$); after treatment, the symptoms and signs (body temperature, respiratory rate and oxygen saturation); serological indicators (blood gas analysis, white blood cells, high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP)); pulmonary function indicators (including tidal volume (VT, ml), forced expiratory volume in one second (FEV1.0, L), FVC1.0%, MVV actual/predicted.) and X-ray chest film examination of the observation group were significantly better than those of the control group. The difference between the two groups after treatment was statistically significant ($P<0.05$). **Conclusion** For perioperative atelectasis and pulmonary infection in lung surgery in cold northern regions, adding enhanced lung function training and airway management with fiberbronchoscope treatment on the basis of conventional treatment can significantly reduce lung infection and improve the quality of surgery. Its treatment effect is significant and worthy of promotion.

【Keywords】 Cold northern regions; Lung surgery; Perioperative period; Airway management; Efficacy observation

中国国家地域辽阔, 南北气候相巨甚远, 空气污染程度不同使得生存环境相差也十分巨大。由此导致人民的肺部基础疾病的表现形式也大相径庭, 地区差异尤其南北方的慢性肺疾病的疾病谱相差较大^[1-2]。在北方寒冷地区的慢性肺病疾病大多有慢性支气管炎、慢性阻塞性肺炎为基础, 加之天气寒冷、空气污染相对严重, 患者的肺气肿程度也相对严重, 肺功能的质量相对较差, 肺部易反复感染, 肺部慢性感染性疾病发病率更高^[3-5]。临床上常见的阻塞性肺炎和炎症引起的包裹性胸腔积液发病率较高, 长期慢性炎症导致呼吸受限、肺组织受压时有发生, 一部分人还会导致胸廓畸形^[6-8]。在长期多因素的影响下, 导致支气管解剖结构发生病理性改变的相对来说更多一些^[9-10], 术前术后的肺功能训练以及术中术后气道管理的要求相对来说更高。

所以, 针对北方寒冷地区肺外科围手术期的肺不张和肺部感染, 在常规治疗基础上加用强化的肺功能训练以及纤维支气管镜下治疗参与的气道管理来减少肺部感染, 提高手术质量, 其治疗效果现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择我院 2020 年 6 月至 2023 年 12 月期间我院收

治的常见慢性肺疾病基础上行肺手术的患者, 在围手术期采用强化的肺功能训练以及纤维支气管镜下治疗参与的气道管理患者 30 例为观察组。选择前期行肺手术, 按照常规管理患者 30 例为对照组。对照组患者中男性 19 例, 女性 11 例, 年龄 47~76 岁, 平均 (62±4) 岁; 观察组患者中男性 21 例, 女性 9 例, 年龄 48~72 岁, 平均 (61±5) 岁。两组患者一般资料差异无统计学意义 ($P>0.05$)。

对照组患者中气胸 6 例, 肺炎性假瘤 3 例、纵隔肿瘤 1 例、食管癌 2 例、肺癌 12 例、胸部创伤后 6 例 (合并血气胸 4 例, 气胸 2 例, 血气胸患者行纤支镜检查前均行胸腔闭式引流术; 观察组患者中气胸 8 例, 肺炎性假瘤 5 例、食管癌 3 例、肺癌 10 例、胸部创伤后 4 例 (合并血气胸 2 例, 气胸 2 例, 血气胸患者行纤支镜检查前均行胸腔闭式引流术;

所有病例均满足如下标准之一: 为 (1) 慢性阻塞性肺疾病导致肺内支气管内黏膜的慢性炎症明显者;

(2) 慢性支气管炎合并包裹性积液者; (3) 支气管解剖结构改变明显, 围手术期需使用纤维支气管镜治疗者; (4) 创伤性手术, 外伤导致肺不规则损伤者。具体情况详见表 1:

表 1 两组的一般资料对比

组别	人数	性别		平均年龄	气胸	肺炎性假瘤	纵隔肿瘤	食管癌	肺癌	胸部创伤
		男	女							
对照组	30	19	11	61.0±5.0	6	3	1	2	12	6
观察组	30	21	9	62.0±4.0	8	5	0	3	10	4
P 值				>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

1.2 治疗方法

两组患者均接受积极抗感染治疗,包括抗生素、祛痰、气道分泌物引流、电解质紊乱纠正、营养支持等。根据患者的体重、通气状况、血气结果调节吸入氧浓度、潮气量、呼吸频率等,机械通气过程中注意间断吸痰。观察组患者加入强化的肺功能训练以及纤维支气管镜下治疗参与的气道管理。具体如下:

(1) 术前风险评估方法除了指南中的4种方法以外,增加术前由手术医生亲自操作纤维支气管镜检查,明确气管内慢性炎症程度,并根据结果进行个体化评估。必要时可以对气管内的炎症进行灌洗治疗。

(2) 术前强调加强患者教育内容

健康宣教包括口头宣教和书面资料宣教(书面资料入院时统一发放,并夹于患者床尾提示板上);

(3) 在乎是的督促下有效的肺功能锻炼方法。时间为入院后3天内、术日、术后3天内等根据不同病情个体化实施。术前肺康复训练内容,具体根据患者情况选择一种甚至几种方法:①有效咳嗽锻炼;②腹式呼吸;③缩唇呼吸;④爬楼梯运动;⑤人工阻力呼吸(吹气球);⑥雾化吸入法;⑦呼吸操锻炼。

(4) 术中危险因素评估及防治

①麻醉操作

由纤维光导喉镜或支气管镜可视化引导下插管,及时清理气管内分泌物。

②手术操作

在手术完成后将双腔插管改为单腔八号插管继续在麻醉,使用2.0-2.8规格直径的治疗性纤维支气管镜进行深部、直视下有针对性的气道清理,对因为基础疾病而导致过多的分泌物和手术麻醉导致的分泌物,尽最大限度进行清理。

(5) 术后管理

根据术后的个体化情况来决定除了常规术后协助排痰。术后第1、3、5天是否再进行纤维支气管镜吸痰。

纤维支气管镜吸痰:术前常规给予高浓度氧气吸入5min,术中给予持续低流量吸氧,以改善缺氧,并进行脉氧监测,局部麻醉,经鼻插入纤维支气管镜。结合术前胸部CT及纤维支气管镜中所见判定感染肺叶、肺段,在纤维支气管镜直视下寻找肺不张堵塞部位和病因,以9~13kPa负压吸取堵塞部位的堵塞物,收集标本进行痰药敏试验。重复操作、负压不超过200mmHg,确认左右叶段支气管内无分泌物残留,若有残留继续吸取直至清除。一次无法清除满意者,必要

时可多次行纤维支气管镜吸痰。一般的分泌物、痰栓、血块即可被纤维支气管镜吸取,解除堵塞病因使肺复张。有些黏稠的痰液、痰栓、血块栓,纤维支气管镜吸引有困难时,可以用生理盐水10~20ml反复多次冲洗吸引去除之。对于比较干结的痰痂及血块堵塞,不易被纤支镜吸取,可用纤支镜的活检钳、异物钳直接钳取出,或利用活检钳、异物钳钳夹松动痰栓,钳碎血块栓,并加以灌洗吸引,干结的痰栓、血块均可被吸除。术后由护士拍背咳痰的基础上,鼓励患者做深呼吸和咳嗽咳痰动作,以保持呼吸道通畅。

1.3 观察指标

在保证疗效的情况下,观察实验组术前后的以肺功能为主要指标的气道管理质量的差别。

(1) 症状和体征

体温是否正常、呼吸频率和氧饱和度等症状和体征。

(2) 血清学指标

血气分析、白细胞、超敏C反应蛋白(hs-CRP)。

(3) 肺功能指标

测定两组患者的治疗后的肺功能指标,包括潮气容积(VT, ml),一秒用力呼气容积(FEV1.0, L), FVC1.0%, MVV实/预测。

(4) 影像学检查

X线胸片检查,必要时胸部CT检查。

1.4 统计学处理

采用SPSS22.0软件进行统计学分析,计量资料以均数±方差($\bar{x} \pm s$)表示,组内治疗前后比较采用配对样本t检验,两组间比较采用独立样本t检验。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

两组患者的症状和体征、血清学指标、肺功能指标及X线胸片检查结果见表2-8。

3 讨论

近10年来加速康复外科的理念在肺外科来说逐步深入人心^[1],既能体现以加速康复为主要目的核心理念^[2],同时兼顾基础疾病、手术类别、手术期并发症等具体情况,这种优化的理念贯穿于院前、围手术期、手术中、出院后的完整治疗和康复过程^[3]。气道管理是加速康复外科的重要环节之一^[4],气道管理的目的是加速患者术后安全康复,提高生活质量^[5]。气道并发症导致的后果非常严重,肺外科手术的气道并发症是导致手术失败和死亡的主要因素,也影响术后康复和生活质量^[6],其中最常见的并发症是肺不张和肺部感染。

表 2 两组患者治疗后症状和体征

组别	例数	体温平均值 (°C)	呼吸频率平均值 (次/分钟)	氧饱和度平均值 (%)
对照组	30	36.8±1.89	22±1.68	94%±3.70
观察组	30	36.7±1.25	21±1.38	96%±3.24
t 值		2.002	2.147	2.734
P 值		<0.05	<0.05	<0.05

表 3 两组患者治疗后血清学指标

组别	例数	白细胞 (10 ⁹ /L)	超敏 C 反应蛋白 (mg/L)
对照组	30	8.46±4.38	19.28±8.67
观察组	30	6.54±4.88	11.11±9.29
t 值		3.231	4.167
P 值		<0.05	<0.05

表 4 两组患者治疗后动脉血气分析指标比较

组别	例数	SaO ₂ %	PaO ₂ kPa mmHg	PaCO ₂ kPa mmHg	氧合指数 OI (mmHg)
对照组	30	87%±2.1	74±1.6	45±1.9	306.59±5.76
观察组	30	92%±1.8	79±2.2	42±1.6	361.21±19.59
t 值	/	14.38	18.59	15.57	17.46

表 5 观察组术前后肺功能指标对比

时间	例数	潮气容积 (VT, ml)	一秒用力呼气容积 (FEV1.0, L)	第一秒呼气容积占预计值的百分比 FVC1.0%	每分钟最大通气量 MVV 实/预测	SaO ₂ %	PaO ₂ kPa mmHg	PaCO ₂ kPa mmHg
术前	30	450±37	2.79±0.15	69±2.2	57±2.1	93%±1.5	83±1.1	39±1.5
术后	30	415±41	2.65±0.21	64±1.9	52±1.8	92%±1.7	82±1.3	40±1.6
t 值	/	5.81	5.11	4.92	4.35	3.21	3.49	4.28
p 值	/	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05

表 6 两组患者治疗后肺功能指标比较

组别	例数	潮气容积 (VT, ml)	一秒用力呼气容积 (FEV1.0, L)	第一秒呼气容积占预计值的百分比 FVC1.0%	每分钟最大通气量 MVV 实/预测	SaO ₂ %	PaO ₂ kPa mmHg	PaCO ₂ kPa mmHg
对照组	30	390±29	2.34±0.19	60±1.4	50±1.2	91%±1.2	80±1.6	41±1.3
观察组	30	415±41	2.65±0.21	64±1.9	52±1.8	92%±1.7	82±1.3	40±1.6
t 值	/	11.27	13.17	17.46	15.35	14.53	16.24	16.81
p 值	/	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05

表 7 影像学检查显示肺不张和肺部感染情况

组别	例数	一般好转	明显好转	完全消失
对照组	30	14	15	1
观察组	30	4	21	5
t 值	/	17.43	14.58	19.25

表 8 两组患者总治疗效果比较

组别	例数	显效	有效	效果不明显
对照组	30	19	8	3
观察组	30	24	4	2
t 值	/	11.24	16.37	4.11

所以改善气道管理安全和质量, 可减少肺部并发症, 降低死亡率, 再入院率和手术费用^[17], 其意义巨大。临床上可使围手术期气道管理与快速康复紧密结合, 使临床效果更显著。

围术期气道管理的施行须在循证医学证据指导下进行, 需要肺外科医护一体化并与呼吸科、麻醉科、疼痛科、康复科等多学科协作。围手术期气道管理“以患者为中心”, 重点在于经过精细的合理的处理后, 降低患者并发症发生率, 促进加速康复^[16]。同时也应体现不同地区、不同疾病、不同手术、不同患者的个体化气道管理方案的差异性。方案需要在临床实践中不断完善, 以便更好地服务于患者。我们有必要根据临床经验并结合国内外最新研究证据, 及时改进具体措施, 促进围手术期气道管理在临床实践中的应用更合理和规范。

首先, 术前强调加强患者教育内容, 其目的是有效的健康宣教能使患者的依从性大幅提高, 使大多数的工作事半功倍; 依从性良好的能主动按时按质完成肺功能锻炼, 依从性者在督促下能按时按质完成, 可最大限度挖掘肺的潜在能力。

其次, 控制感染要得当。

肺手术本次就存在巨大创伤及应激, 术后肺部感染更是加剧了患者的全身炎症状态, 此类患者主要表现为各类促炎因子水平的大幅上升^[12]。超敏 C 反应蛋白 (hs-CRP) 是炎症反应是最敏感的指标, 在炎症早期其水平即可大幅上升, 可以实时反映疾病的进展与转归。

肺部经历手术创伤后, 术后长时间活动受限, 加上患者本身抵抗力及气道功能降低, 基础肺功能下降, 发生肺部感染的几率倍增, 多出现咳痰困难及呼吸困难等症状, 常需机械通气支持^[5]。肺术后肺部感染患者由于疼痛原因, 排痰困难, 存在肺内分泌物堵塞等情况, 加上肺组织局部缺血、缺氧等情况, 导致静脉用药到达病灶的量较少, 难以达到杀菌的有效药物浓度, 故治疗效果不佳^[6]。在传统治疗中, 机械通气患者将同时接受静脉全身用药, 长时间大量应用抗菌药物可以一定程度上增加耐药株的形成, 且病程迁延增加院内双重感

染的几率。

第三, 气道的管理至关重要。

目前肺癌术后肺部感染患者急需的是寻找一种更为直接有效的治疗方式。随着临床医学的不断发展和进步, 相关领域的学者对于肺部感染的认知逐渐深入, 加之纤维支气管镜的成熟, 使得其在近年来被广泛应用于胸部外科手术后肺部感染的治疗中^[3]。纤维支气管镜肺内局部治疗就是目前较为推崇的。我们根据病情需要, 术前术中均可受用纤维支气管镜。纤维支气管镜可以深入肺内局部, 结合影像学技术准确定位于病灶, 不仅有效清除各种致病微生物、达到抗感染目的, 患者的肺不张现象则可因此而得到改善, 支气管黏膜也可因此而及时修复, 这对于患者的恢复具有重要意义; 还可以通过保留分泌物标本进行药物敏感性检查, 为后续合理应用抗生素进行指导, 最终获得良好的治疗效果。纤维支气管镜肺泡灌洗技术兼具解除气道阻塞、局部高浓度药物治疗、痰培养等作用, 且灌注采用生理盐水, 对肺组织无不良影响。多数学者均认为, 对于分泌物较多、长期静脉治疗效果不佳的患者, 纤维支气管镜肺泡灌洗治疗是合理且有效的。必要时纤维支气管镜在麻醉下对患者进行吸痰操作, 能够避免其分泌物对患者呼吸道产生阻塞现象, 从一定程度上保证了呼吸道的通畅性。

当然, 在治疗过程中由于刺激, 患者会出现的心率异常和血氧饱和度异常等情况, 经过对患者暂停操作和改善吸氧浓度等干预后, 其均得到显著的改善和恢复, 最终保证了治疗的安全性。所以在治疗过程中对患者的不良反应和异常情况进行密切监测, 发现异常及时处理。同时建议充分做好术前准备的基础上, 操作应由技术较为熟练的医师执行, 动作迅速准确、尽量缩短操作时间, 减少患者的痛苦。以保证患者治疗的安全性。

总之, 针对北方寒冷地区肺外科围手术期的肺不张和肺部感染, 在常规治疗基础上加用强化的肺功能训练以及纤维支气管镜下治疗参与的气道管理可明显减轻肺部感染, 提高手术质量, 其治疗效果显著, 值得推广。

参考文献

- [1] 支修益,刘伦旭.中国胸外科围手术期气道管理指南(2020版)编写委员会.中国胸外科围手术期气道管理指南(2020版)[J].中国胸心血管外科临床杂志,2021,28(3):251-262.
- [2] BadeBC,DelaCruzCS.Lungcancer2020:epidemiology,etiology,andprevention[J].ClinChestMed,2020,41(1):1-24.
- [3] 王天佑,胸外科围手术期肺保护中国专家共识(2019版)专家组,中国医学基金会胸外科专业委员会.胸外科围手术期肺保护中国专家共识(2019版)[J].中国胸心血管外科临床杂志,2019,26(9):835-842.
- [4] Wu GX, Khojabeqyan M, Wang J, et al. Survival following lung resection in immunocompromised patients with pulmonary invasive fungal infection[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2016, 49 (1) :314-320.
- [5] Oshima H, Nakamura M, Watanabe O, et al. Dexmedetomidine provides less body motion and respiratory depression during sedation in double-balloon enteroscopy than midazolam[J]. SAGE Open Med, 2017, 5: 1-7.
- [6] 张晓,高芸,李雪华,等.纤维支气管镜吸痰灌洗治疗对重症肺炎患者的疗效及炎症标志物水平的影响[J].泰山医学院报,2021,42(3):203-206.
- [7] Davis KR, Vadakkan DT, Krishnakumar EV, et al. Serial bronchoscopic lung lavage in pulmonary alveolar proteinosis under local anesthesia[J].Lung India, 2015, 32 (2) :162-164.
- [8] Low DE, Allum W, Manzoni G D, et al. Guidelines for Perioperative care in esophagectomy: Enhanced Recovery After Surgery(ERAS) society recommendations[J]. WorldJSurg,2019,43(2):299-330.
- [9] 孙建,任柏沉,杨帆,等.纤维支气管镜吸痰联合常规抗感染治疗对重症肺部感染患者肺功能及炎症状态的影响[J].海南医学院学报, 2016, 22 (13) :1373-1376.
- [10] Al-Qadi MO, Cartin-Ceba R, Kashyap R, et al. The Diagnostic Yield, Safety, and Impact of Flexible Bronchoscopy in Non-HIV Immunocompromised Critically Ill Patients in the Intensive Care Unit. Lung, 2018, 196(6):729-736.
- [11] 房雅君,姚艳玲.快速康复外科护理在胸腔镜下肺切除术患者中的应用研究[J].中国肿瘤临床与康复,2022,29(9):1137-1140.
- [12] Li X, Wang X, Jin S, et al. The safety and efficacy of dexmedetomidine remifentanyl in children undergoing flexible bronchoscopy: a retrospective dose finding trial[J]. Medicine(Baltimore), 2017, 96(11): e6383.
- [13] 俸成钢,唐际富.电视胸腔镜肺叶切除术对肺癌患者心肺功能的康复作用[J].解放军预防医学杂志,2018,36(5):528-584.
- [14] Gao Y, Kang K, Liu H, et al. Effect of dexmedetomidine and midazolam for flexible fiberoptic bronchoscopy in intensive care unit patients: a retrospective study[J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(25): e7090.
- [15] 魏志杰,张靖华,孟利芳.呼吸道管理及呼吸训练对肺癌术后患者肺功能指标、排痰效果、肺部感染及康复情况的影响[J].癌症进展,2021,19(13):1386-1389.
- [16] 郜杨,王洪亮,房霞,等.右美托咪定在重症医学科患者纤维支气管镜检查中的应用[J].中国老年学杂志,2016, 36(13): 3241-3242.
- [17] 漆奋强,袁天柱,吴根社,等.电视胸腔镜肺叶切除术在老年肺癌患者中的应用及对代谢反应、疼痛应激与心肺运动耐力的影响[J].中国老年学杂志,2018,38(10):2353-2355.

版权声明: ©2024 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS