

CT影像诊断在颅脑损伤法医检查中的应用价值

米静雅^{1,2▲} 刘宁国^{2▲} 董贺文² 万雷² 邹冬华² 李正东² 田志岭² 陈忆九^{1,2△}

(¹南方医科大学法医学院 广州 510515; ²司法鉴定科学研究院-上海市法医学重点实验室-司法部司法鉴定重点实验室-上海市司法鉴定专业技术服务平台 上海 200063)

【摘要】 目的 应用CT影像观察颅脑加速性损伤和减速性损伤的表现类型,并探讨其应用价值。**方法** 回顾性分析190例上海市司法鉴定科学研究院法医临床科室涉及颅脑损伤的案件,分析颅脑加速伤和减速伤的CT影像表现和损伤特点。**结果** 枕部(39.51%)和颞部(41.12%)分别是减速伤和加速伤最常受力的部位($\chi^2=25.912, P<0.05$)。从损伤类型来看两者差异具有统计学意义($\chi^2=16.666, P<0.05$),打击伤常造成的损伤类型有头皮损伤(26.22%)、颅骨骨折(19.51%);摔跌伤常见的损伤类型有头皮损伤(20.58%)、脑挫伤(20.22%)和蛛网膜下腔出血(20.94%);其中:打击伤常造成冲击性脑挫伤(68.89%),摔跌伤常会造成对冲性脑挫伤(46.43%)。加速伤(14.33%)比减速伤(7.94%)更容易发生硬脑膜外血肿,减速伤(14.08%)比加速伤(12.20%)更容易发生硬脑膜下血肿。**结论** 颅脑CT影像数据为法医学颅脑损伤鉴定提供了重要的信息来源,对于客观评估颅脑损伤类型有非常重要的价值。

【关键词】 颅脑损伤; 法医学; CT检查; 对冲性损伤

【中图分类号】 R89, R445 **【文献标志码】** A **doi:** 10.3969/j.issn.1672-8467.2021.03.008

Application value of CT imaging in the forensic examination of craniocerebral injury

MI Jing-ya^{1,2▲}, LIU Ning-guo^{2▲}, DONG He-wen², WAN Lei², ZOU Dong-hua²,
LI Zheng-dong², TIAN Zhi-ling², CHEN Yi-jiu^{1,2△}

(¹Department of Forensic Medicine, Southern Medical University, Guangzhou 510515, Guangdong Province, China;

²Academy of Forensic Science-Shanghai Key Laboratory of Forensic Medicine-Key Laboratory of Forensic Science, Ministry of Justice, Shanghai Forensic Service Platform, Shanghai 200063, China)

【Abstract】 Objective To observe the manifestation types of craniocerebral trauma with multi-slice spiral CT and discuss the application value of multi-slice spiral CT in the diagnosis of craniocerebral trauma. **Methods** A total of 190 cases with craniocerebral trauma admitted to the Academy of Forensic Science were taken as the research objects, and the CT imaging data of the cases' cranial brain were retrospectively analyzed. **Results** The occipital region (39.51%) was the most frequent site in falls, and the temporal region (41.12%) was the most commonly struck area ($\chi^2=25.912, P<0.05$). It was statistically significant in terms of injury type ($\chi^2=16.666, P<0.05$). Common types of injuries from blows include scalp injuries (26.22%) and skull fractures (19.51%); common types of injuries from falls included subarachnoid hemorrhage (20.94%) scalp injuries (20.58%) and brain contusions (20.22%). Coup

国家重点研发计划(2016YFC0800702);中央级科研院所公益科研专项资助项目(GY2020Z-4);上海法医学重点实验室资助项目(17DZ2273200);上海市司法鉴定专业技术服务平台资助项目(19DZ2290900)

▲MI Jing-ya and LIU Ning-guo contributed equally to this work

△Corresponding author E-mail: cyj1347@163.com

网络首发时间:2021-05-24 12:35:16 网络首发地址:https://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1885.R.20210521.1612.002.html

contusions often occur with blows (68.89%) and falls cause contrecoup contusions (46.43%). Accelerated injuries (14.33%) were more likely to result in epidural hematomas than decelerated injury (7.94%) and decelerated injuries (14.08%) were more likely to result in subdural hematomas. **Conclusion** MSCT can accurately diagnose the type of craniocerebral injury, provide timely and accurate image data for craniocerebral injury and is of great value for objective assessment of the type of craniocerebral injury.

【Key words】 head injury; forensic science; CT examination; contrecoup contusion

* This work was supported by the National Key R&D Program of China (2016YFC0800702), Scientific Research Project for Public Good from Central Scientific Research Institute (GY2020Z-4), the Program of Shanghai Key Laboratory of Forensic Medicine (17DZ2273200) and the Program of Shanghai Forensic Service Platform (19DZ2290900).

创伤性脑损伤是世界范围内重要的公共卫生问题,是最有可能导致死亡或残疾的伤害类型^[1]。在解剖学上,头部作为一个整体承受暴力的部位,在不同方式作用下,可造成头皮、颅骨及脑的损伤。由于颅脑的解剖结构复杂,头部承受暴力作用形式的不同,造成的颅脑损伤特点也不相同。目前颅脑损伤特点分析主要依赖办案人员的工作经验,主观性较大,且在致伤工具和损伤类型方面与颅脑损伤量效的关系缺乏详细数据。而这正是法医学鉴定中的重点和难点。

随着放射技术不断发展,CT检查越来越广泛地应用于法医学的实际鉴定案件中,其可在很短时间内获取颅脑损伤的影像学信息,是帮助确定死亡方式和死亡原因的关键工具。因此了解并掌握颅脑加速伤和减速伤的损伤特点及成伤规律,有助于提高鉴定的准确率,减少冤假错案。

国内外开展颅脑损伤的研究较早,但还未有系统的体系形成^[2-3]。Bauer等^[4]回顾性分析了颅脑CT检查用于法医诊断的病例,明确了颅脑CT的法医评估是颅脑损伤的证据来源,认为颅脑不同损伤类型所表现出的不同颅脑损伤特点具有重要价值。谭宗奎等^[5]研究了交通事故与高空坠落致伤的规律及特点,发现不同致伤条件下损伤的规律及伤情特点明显不同,但并未对客观影像学特点进行研究。目前,多数研究仅关注在颅脑的一种损伤模式上^[6-9],对颅脑加速伤和减速伤损伤特点的对比缺乏深入的研究。

本研究系统地分析了来自全国各地近十年来法医鉴定中常见的以打击伤为主的颅脑加速伤和以摔跌为主的颅脑减速伤案例,结合致伤史,依据患者的颅脑影像资料,分析颅脑加速伤和减速伤的CT影像表现和损伤特点,评价其在诊断颅脑损伤中的应用价值。

资 料 和 方 法

基本资料 收集上海市司法鉴定科学研究院法医临床科室2008年至2019年关于颅脑损伤被鉴定人的鉴定资料。基于CT影像信息,分析打击伤和摔跌伤的成伤特点。本研究涉及到被鉴定人信息,在鉴定过程中已获得被鉴定人或其亲属的同意,并获得司法鉴定科学研究院伦理委员会批准。

纳入标准:(1)典型颅脑加速伤和减速伤致伤方式的案例,将拳击伤和工具伤(工具包含有钝器、木棒、警棒和砖石)归为加速伤,将摔跌伤、高坠伤和经案情明确为摔跌伤的交通事故损伤归为减速伤;(2)造成颅脑直接损伤;(3)头颅为单一受力部位;(4)伤后立即(24 h内)进行颅脑CT扫描。排除标准:(1)头颅受伤部位无法明确的;(2)颅脑为非受力部位;(3)穿透性的颅脑损伤。

根据纳入和排除标准,共有190例符合标准的病例。分别为:拳击伤和工具伤(钝器、木棒、警棒和砖石等)患者共109例;平地摔跌、高坠以及交通事故损伤归为典型的颅脑减速伤致伤方式,入选患者共81例,其基本信息见表1。

影像学检查 CT检验由两位经验丰富的影像学医师完成,检验前由法医临床学鉴定人提供简要案情。扫描时患者呈仰卧位,头摆正进行全颅脑扫描。采用40层CT扫描系统(MSCT; Definition AS;德国Siemens Medical Solutions公司)观察颅脑软组织的结构。原始数据设置如下:管电压:120 kV,管电流:240 mA。每例鉴定均由经验丰富的法医临床鉴定人进行阅片提取并分析。

伤情分析 建立颅脑损伤图文数据库,记录患者的性别、年龄、损伤部位(以额、顶、颞、枕4个部位

表1 不同致伤方式伤者的年龄与性别分布

Tab 1 Age and gender distribution of patients with different injuries

($\bar{x} \pm s$)

Classification	Manner of injury	Case (<i>n</i>)	Gender		Age (y)		
			Male (<i>n</i>)	Female (<i>n</i>)	Maximum	Minimum	Average
Accelerated injury	Injury by fist	66	64	2	59	2	34.15 ± 12.04
	Injury by tool	43	40	3	67	15	40.85 ± 13.95
	Sub-total	109	104	5	67	2	38.10 ± 13.67
Deceleration injury	Tumbling injury	26	18	8	96	10	53.50 ± 16.63
	High fall injury	26	25	1	71	8	42.60 ± 14.25
	Traffic accidents	29	19	10	85	7	49.70 ± 21.62
	Sub-total	81	62	19	96	7	48.60 ± 18.23

为主)、致伤方式(打击或者摔跌)、致伤物(工具类型)及颅脑损伤等情况。头颅受力部位根据被鉴定人的受伤史以及鉴定人的查体分析得到;致伤方式、致伤物来源于被鉴定人或陪同者的陈述;头皮损伤情况通过体表及CT影像分析获得;颅骨损伤情况由影像资料获得;脑实质损伤来自于CT影像资料阅片,观察头颅受力部位及脑挫伤的部位分布。结合受伤史,分析法医中常见的颅脑加速伤和颅脑减速伤的损伤特点。

统计学分析 应用SPSS 19.0统计学软件进行 χ^2 检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

颅脑不同致伤方式与头颅受力部位 表2为颅

脑加、减速损伤与头颅受力部位分布情况。减速伤中,枕部为头颅受力的好发部位(39.51%);顶部发生率最低(6.17%)。在加速伤中,颞部是最常遭受打击的部位(41.12%);枕部发生率最低(12.15%)。经 χ^2 检验,加速伤和减速伤受力部位的分布差异具有统计学意义($\chi^2=25.912, P<0.05$)。即打击伤和摔跌伤所造成的头颅受力的好发部位不同。其中,枕部是颅脑减速伤的好发部位;颞部是加速伤中最常遭受打击的部位。

打击伤的案例分为两类,一类是工具伤,一类是徒手伤。经 χ^2 检验,造成打击伤的两类颅脑致伤方式的好发部位的差异有统计学意义($\chi^2=10.514, P<0.05$)。即造成加速伤的致伤方式不同,受力的好发部位也不同:拳击伤常见于颞部(43.75%),工具伤常见于顶部和颞部(37.21%)。

表2 不同致伤方式与头颅受力部位分布

Tab 2 Distribution of different injury-causing modes and force areas

(*n*)

Classification	Manner of injury	Case	Frontal	Parietal	Temporal	Occipital
Accelerated injury	Injury by tool	43	10	16	16	1
	Injury by fist	64	11	13	28	12
	Sub-total	107	21	29	44	13
Deceleration injury	Tumbling injury	26	5	1	5	15
	High fall injury	26	6	1	10	9
	Traffic accidents	29	3	3	15	8
	Sub-total	81	14	5	30	32

Two maxillofacial injuries in accelerated injuries were excluded. χ^2 test showed that the stress distribution of accelerated injury and deceleration injury was significantly different ($\chi^2=25.912, P<0.05$). There was statistically significant difference in the common site between the two types of brain injury ($\chi^2=10.514, P<0.05$).

颅脑不同致伤方式与颅脑损伤类型分布情况

表3为加速伤和减速伤两种不同的致伤方式颅脑损伤类型统计结果。经 χ^2 检验,打击伤和摔跌伤的损伤类型分布差异具有统计学意义($\chi^2=16.666, P<0.05$)。即打击伤和摔跌伤所造成的颅脑损伤类型

分布不同。加速伤中,常发生的损伤类型有头皮损伤(26.22%)和颅骨骨折(19.51%)。减速伤中,常发生的损伤类型有蛛网膜下腔出血(20.94%)、头皮损伤(20.58%)和脑挫伤(20.22%)。

打击、摔跌伤中脑挫伤类型分布对比 表4为

头部致伤方式与脑挫裂伤的分布情况。经 χ^2 检验,加速伤和减速伤的脑挫伤类型分布差异具有统计学意义($\chi^2=9.876, P<0.05$)。在脑挫伤的损伤中,有冲击伤、对冲伤和冲击-对冲复合伤3种类型损伤。加速伤中,常发生冲击伤即打击部位的脑损伤

(68.89%);而在减速伤中,常见的脑损伤是对冲伤(46.43%)。图1是1例徒手伤伤者在额部受撞击时位于右额叶的脑冲击伤;图2是1例高坠伤者的脑挫伤分布图。

表3 颅脑加、减速伤损伤类型分布

Tab 3 Distribution of injury types of craniocerebral acceleration and deceleration injury								(n)
Classification	Manner of injury	Scalp injury	Skull fracture	Subarachnoid hemorrhage	Extradural hemorrhage	Subdural hemorrhage	Brain contusion	Total
Accelerated injury	Injury by tool	36	27	20	21	10	19	133
	Injury by fist	50	37	26	26	30	26	195
	Sub-total	86	64	46	47	40	45	328
Deceleration injury	Tumbling injury	20	14	18	7	15	22	96
	High fall injury	17	18	18	10	9	18	90
	Traffic accidents	20	13	22	5	15	16	91
	Sub-total	57	45	58	22	39	56	277

χ^2 test showed that there were significant differences in injury types between blows and falls ($\chi^2=16.666, P<0.05$).

表4 头部致伤方式与脑挫裂伤

Tab 4 Head injury mode and brain contusion																	(n)
Cerebral contusions		Case	Coup contusions					Contrecoup contusions					Coup-contrecoup				
Force area			FO	PA	TE	OC	Total	FO	PA	TE	OC	Total	FO	PA	TE	OC	Total
Injury by tool		43	3	7	6	0	16	0	0	1	1	2	0	0	1	0	1
Injury by fist		66	3	3	8	1	15	0	0	4	4	8	0	1	0	2	3
Sub-total		109	6	10	14	1	31	0	0	5	5	10	0	1	1	2	4
Tumbling injury		26	2	1	3	1	7	0	0	0	11	11	0	0	2	2	4
High fall injury		26	2	0	5	0	7	0	0	1	8	9	0	0	2	0	2
Traffic accidents		29	1	2	4	0	7	0	0	0	6	6	0	0	3	0	3
Sub-total		81	5	3	12	1	21	0	0	1	25	26	0	0	7	2	9

FO :The frontal area;PA: The parietal area;TE: The temporal area;OC: The occipital area.

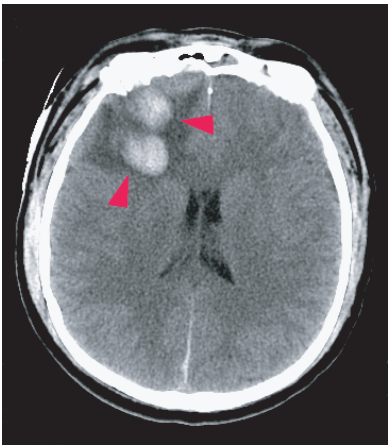
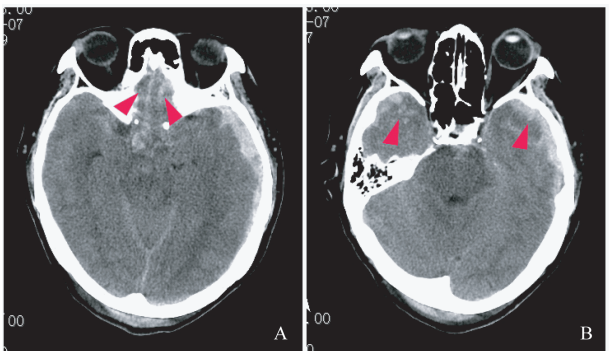


图1 1例徒手伤伤者在额部受撞击时右额叶的脑冲击伤
Fig 1 Coup contusions to the right frontal lobe in a boxing injury casualty with frontal impact



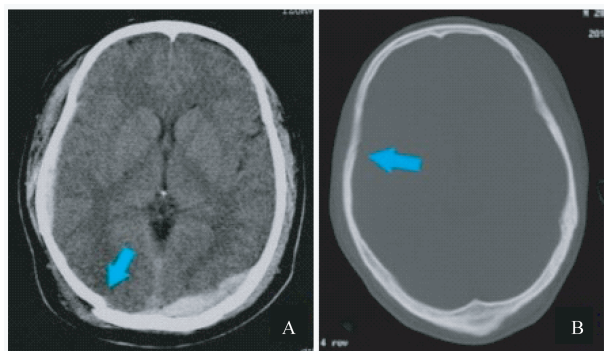
A: The bilateral frontal lobes;B: The bilateral temporal lobes.

图2 高坠枕部着地时脑对冲伤
Fig 2 Brain contrecoup contusions in high fall occipital landing

颅脑损伤的分布
头皮损伤 打击伤和摔跌伤的143例颅脑头皮

损伤都位于头部受撞击的部位,且头皮血肿范围大于着力点。在我们的案例中,加速性颅脑损伤的头皮损伤较明显,而减速性颅脑损伤案例通常在撞击部位没有肉眼可见的损伤,只能通过CT来识别。

颅骨骨折 颅脑打击性损伤的颅骨骨折共64例,其中有61例骨折位于着力点及邻近的颅骨(95.31%),骨折线范围常超出着力点,另外有3例发生在非撞击部位的颅骨骨折(颞骨-对侧枕骨,颞骨-对侧颞骨,额骨-对侧颞骨)(图3)。此外,64例骨折中,58例骨折只发生在颅盖骨,6例骨折发生在颅盖骨(额骨)和颅底骨(眶上裂、筛板),其中有5例颅底骨折发生在前颅窝的眶板,受力部位均为额部;有1例受力部位为额颞部的案例,发生前颅窝的筛板骨折。

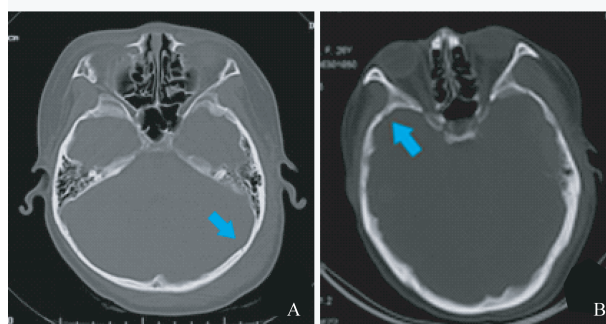


A: The right occipital fracture during temporal landing; B: The right temporal fracture during left temporal landing.

图3 打击性损伤发生在非撞击部位的颅骨骨折
Fig 3 A skull fracture at a non-impact site
in accelerated injury

颅脑摔跌性损伤的颅骨骨折共45例,其中40例骨折只位于着力点及邻近的颅骨(冲击性骨折,88.89%),骨折线范围常超出着力点。另外5例仅发生在非撞击部位的颅骨骨折(额骨-对侧枕骨,颞骨-对侧颞骨,颞骨-对侧枕骨,顶骨-对侧顶骨)(图4)。45例骨折中,42例只发生于颅盖骨,3例发生在颅底部位(2例在蝶骨翼突,1例在眶上裂)。

脑挫裂伤 加速伤中,31例脑冲击伤均位于撞击部位下方脑组织,其中颞部是常见部位,发生率最高(41.94%)。当额部受撞击时,均发生相应部位脑冲击伤(6/6)。颞部受撞击时,颞叶冲击伤14例(14/20),对侧发生对冲伤5例(5/20),冲击伤-对冲伤复合伤1例(1/20)。顶部受撞击时,顶叶的冲击伤10例(10/11),较少发生冲击伤-对冲伤(1/11)。



A: The occipital fracture contralateral to the frontal force; B: The temporal bone fracture contralateral to the temporal bone force on one side.

图4 摔跌性损伤发生在非撞击部位的颅骨骨折
Fig 4 A skull fracture at a non-impact site
in decelerated injury

枕部受撞击时,较易发生对冲伤(5/8),较少发生冲击-对冲复合伤(2/8)和脑冲击伤(1/8)。

减速伤中,21例脑冲击伤均位于着力部位,26例脑对冲伤位于着力部位的对侧。额部着地时均发生相应部位脑冲击伤(5/5)。颞部着地时冲击伤12例(12/20),对冲伤1例(1/20),冲击-对冲伤复合伤7例(7/20)。顶部着地时冲击伤3例(3/3)。枕部着地时冲击伤1例(1/28),脑对冲伤25例(25/28),冲击-对冲伤的复合伤占2例(2/28)。额叶和颞叶为脑对冲伤的好发部位,且撞击枕部时,脑对冲伤的发生率最高,对冲伤常位于双侧额叶、颞叶。

其他损伤 对于急性硬脑膜外血肿,加速伤比减速伤更容易发生,分别占14.33%(47/328)和7.94%(22/277)(表3)。急性硬膜外血肿常发生在外力撞击部位,如加速性颅脑损伤中47例急性硬脑膜外血肿者,有41例位于撞击同侧,有6例位于撞击对侧。结合颅骨骨折,加速伤中61例撞击部位的颅骨骨折中发生急性硬脑膜外血肿的占67.21%(41/61)。减速伤22例中,有18例易发生在外力撞击一侧,4例位于撞击对侧。

对于硬脑膜下血肿,减速伤比加速伤更容易发生,分别占14.08%和12.20%。其中,39例发生硬脑膜下血肿的减速伤中,有21例硬脑膜下血肿发生在对侧,18例位于撞击部位一侧;加速伤40例硬脑膜下血肿中,有33例位于对冲部位,7例位于冲击部位同侧。

对于蛛网膜下腔出血,发生部位主要位于脑组织底部及脑挫裂伤区的侧裂池、脑沟处。

讨 论

本研究汇总了上海市司法鉴定科学研究院法医临床科室10年来的临床司法鉴定案件,案件量大且具有代表性,也是首次将颅脑加速伤和减速伤进行影像对比的研究。CT横断扫描能够将头皮血肿、颅骨骨折、蛛网膜下腔出血、硬脑膜外血肿、硬脑膜下血肿、脑挫裂伤直观且清晰地显示出来,因此对颅脑外伤的诊断具有重要意义。法医专家要解决的主要问题是通过分析损伤模式,区分头部损伤是由打击还是摔跌造成的。

打击伤和摔跌伤不同的致伤方式与头颅受力部位 本研究结果显示,枕部是减速伤头颅受力的好发部位,如平地摔跌、高坠均以枕部着力,分析原因可能与人体跌倒时处于仰卧位导致枕部直接与地面接触造成。刘伯忠等^[10]在研究头部着力部位与跌倒方向、姿势及现场状况时,得出后仰倒地者其着力点多在枕部或枕顶部的结论,与我们的研究一致。

颞部是加速伤中头颅最常遭受打击的部位,可能是因为侧向打击的动作符合人挥动物体的习惯且阻力较小。生活中常见的打击斗殴事件中,由于棍棒易于获取、便于携带和挥动、打击力大,是伤害案件中较常见的致伤物^[11]。

打击伤和摔跌伤不同的致伤方式与颅脑损伤类型 不同的头部作用形式会影响颅脑的损伤分布,从而影响对颅脑致伤方式的判断^[5]。本研究发现不同的致伤方式造成颅脑损伤类型不同:头皮损伤、颅骨骨折,即损伤主要集中在受撞击的颅脑外部,且常为多次打击,形成多部位损伤。这与朱青安等^[12]对人体头部颅骨应力分析的结果一致。

减速伤中造成的主要损伤类型有:蛛网膜下腔出血、头皮损伤和脑挫伤,损伤主要集中于颅内。其中平地摔跌、高坠等典型的减速性颅脑损伤都以脑挫伤损伤为主。此外,通过对脑挫伤类型比较,发现在加速性损伤中,常造成冲击伤,而在减速性损伤中,常见的脑挫伤类型是对冲伤(表4)。这与向蓉等^[13]在对颅脑减速损伤分析时的结果一致。

打击伤和摔跌伤不同的致伤方式与颅脑损伤类型分布 绝大多数颅脑损伤均可涉及头皮,因此对于颅脑损伤的案例可通过CT图像来评估撞击部

位的损伤情况。对于头皮擦伤、头皮挫伤两种头皮损伤类型,CT检出率不高,因此在对头皮损伤进行判断时,还需要参考法医临床查体结果。

颅骨骨折的类型能够帮助判断外力作用的部位和性质^[14]。其部位和方向与骨折线走向的规律一致^[3,14-15]。观察CT图像上颅骨骨折的部位和类型可推断脑损伤的类型及其受力机制^[3]。例如当对冲性骨折发生在额叶、颞叶处时应怀疑相应的颅底面挫裂伤;若在撞击点处出现凹陷性骨折,则在撞击部位之下可能存在脑挫裂伤或硬脑膜外血肿。我们在打击伤的研究中,发现6例出现颅底骨折的都遭受过额部打击,这与朱青安等^[12]对颅骨应力分析的研究结果一致,分析颅底骨折可能是额部受到撞击时,骨折线转向前颅底而造成。3例摔跌伤造成的颅底骨折中2例发生在中颅窝的蝶骨骨折均为颞部受力所致,1例发生前颅窝眶板骨折为额部受力所致。分析其原因可能是由于顶枕部受到撞击,应力经颅骨传至薄弱的前颅底而发生^[16]。CT对颅底骨折的诊断有重要价值,能够清晰再现骨折类型、走向,帮助判断头部着力点、血肿位置和出血来源等^[17-18]。此外,如果涉及不同部位的颅骨骨折和挫伤,则可以通过CT扫描确定患者遭受的打击次数;通过CT颅骨骨折的形态并测量其大小,还有助于还原致伤物的类型。

在我们的病例中,加速伤造成的脑挫伤多位于撞击部位;减速伤的脑挫伤多位于对冲部位,尤其在枕部受到撞击时较容易出现额叶和颞叶的脑对冲伤。这一点与曹云星^[19]的研究结果一致。由于枕骨内面光滑且小脑幕膜性结构具有缓冲作用,而颅底的结构凹凸不平,目前对于打击额部时造成的对冲伤最新的解释^[20]为,碰撞时脑脊液流向撞击部位,起到缓冲大脑的作用,而碰撞点的对侧由于脑脊液的减少使得缓冲作用减弱,因而发生对冲性脑挫伤。

对于急性硬脑膜外血肿和硬脑膜下血肿,加速性损伤比减速性损伤更容易发生急性硬脑膜外血肿,且较易发生在撞击部位的同侧,常伴有颅骨骨折。而对于硬膜下血肿,减速伤更容易发生硬膜下血肿,且较易发生在撞击部位的对侧。研究发现,徒手伤可能更容易造成硬脑膜下血肿,说明硬脑膜下血肿可能与旋转暴力造成的桥静脉撕裂有关。

本次样本筛选的是典型的直线运动型颅脑损

伤案例,而对于那些既有加速过程又有减速过程复杂交通事故案例,或者旋转运动产生的剪切力损伤等,还需要进一步分析。

综上所述,CT影像能够准确诊断颅脑外伤的类型,为颅脑外伤提供及时、准确的影像资料,可作为颅脑外伤的首选检查方法。此外有研究认为通过CT影像数据,能够再现颅脑加速伤中撞击部位和应力传播过程^[21-22]。对于法医实践中涉及颅脑损伤的案件具有至关重要的作用。

作者贡献声明 米静雅 论文构思,数据整理,论文撰写。刘宁国 可行性分析,数据解释,论文修订。董贺文,万雷,邹冬华 提供案例,项目构建,数据采集。李正东,田志岭 绘制图表,数据分析。陈忆九 项目构建,论文构思和修订。

利益冲突声明 所有作者均声明不存在利益冲突。

参 考 文 献

- [1] HYDER AA, WUNDERLICH CA, PUVANACHANDRA P, et al. The impact of traumatic brain injuries: a global perspective. [J]. *Neurorehabilitation*, 2007, 22(5): 341.
- [2] 沈勇. 颅脑在加速和减速冲击载荷下的动应力分析[J]. *生物医学工程学杂志*, 2000, 17(3): 262-265.
- [3] 王守森, 荆俊杰, 王如密. 颅脑撞击性损伤的生物力学机制[J]. *福州总医院学报*, 2002(3): 205-207.
- [4] BAUER M, POLZIN S, PATZELT D. The use of clinical CCT images in the forensic examination of closed head injuries[J]. *J Clin Med*, 2004, 11(2): 65-70.
- [5] 谭宗奎, 王庆, 陈庄洪, 等. 交通事故与高空坠落致伤特点的比较研究[J]. *伤残医学杂志*, 2003, 11(4): 13-15.
- [6] 徐臣. 基于交通事故深度调查分析的颅脑减速伤研究[D]. 重庆理工大学, 2013.
- [7] 刘盛雄. 减速伤中颅内应力分布于应力波传播特点的实验研究[D]. 第三军医大学, 2010.
- [8] 陈蓉. 颅脑减速伤CT影像及生物力学致伤机制研究[D]. 第三军医大学人体解剖与组织胚胎学, 2009.
- [9] 赵辉. 颅脑减速伤的发生机制研究[D]. 第三军医大学交通医学工程, 2009.
- [10] 刘柏忠, 陈芦苇. 浅析跌倒所致颅脑损伤的特点[J]. *吉林公安高等专科学校学报*, 2006, 21(3): 48-50.
- [11] 姜传录. 棍棒伤在头部的特征特点[C]//中国法医学会·全国第十八届法医临床学学术研讨会. 珠海: 中国法医学学会工作部, 2015: 775-777.
- [12] 朱青安, 欧阳钧. 人体头部承受正面和侧向冲击的颅骨应力分析[J]. *中国生物医学工程学报*, 1995, 14(2): 140-148.
- [13] 向蓉, 高生发. 加速性与减速性脑损伤机制的探讨[J]. *中国公共安全(学术版)*, 2016(4): 116-117.
- [14] 王守森, 朱青安, 钟世镇, 等. 颅骨构筑对骨折类型的影响——冲击实验[J]. *中国临床解剖学杂志*, 1995, 13(1): 58-61.
- [15] 李建华, 李聪慧, 左书浩, 等. 颅底骨折合并症的发生机制及处理原则[J]. *河北医药*, 2007, 29(1): 26-28.
- [16] 王千, 朱青峰, 扬婷, 等. 枕部减速伤致颅底面脑挫伤的解剖特点[J]. *解剖与临床*, 2002, 7(1): 44-45.
- [17] 从景哲, 王可. 螺旋CT诊断外伤性颅底骨折86例分析[J]. *中国误诊学杂志*, 2007, 7(16): 3849-3850.
- [18] 杜红文, 张蕴, 陈燕, 等. 64排螺旋CT多平面重建和容积再现图像在面中部复杂骨折中的临床应用[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2009, 23(4): 160-162.
- [19] 曹云星. 颅脑损伤及其成伤机制研究[D]. 中国医科大学, 2011.
- [20] RAMZANPOUR M, ESLAMINEJAD A, HOSSEINI-FARID M, et al. Comparative study of coup and contrecoup brain injury in impact induced TBI[J]. *Biomed Sci Instrum*, 2018, 54(1): 76-82.
- [21] ENSKI NBE, BROZ R, JADRO D. The course of the traumatising force in acceleration head injury: CT evidence[J]. *Neuroradiology*, 1996, 38(Suppl1): S36.
- [22] VRANKOVIC D, SPLAVSKI B, HECIMOVIC I, et al. Anatomical cerebellar protection of contrecoup hematoma development. Analysis of the mechanism of 30 posterior fossa coup hematomas[J]. *Neurosurg Rev*, 2000, 23(3): 156-160.

(收稿日期: 2021-01-10; 编辑: 王蔚)