

颅骨整体变形的力学分析

陈胜泉

(无锡市公安局, 江苏无锡, 214002)

摘 要 颅骨整体变形在法医鉴定中是经常遇到的重要问题, 其鉴定结论是法庭审判的主要依据, 本文对颅骨在外力作用下产生的整体变形作了力学分析。

关键词 颅骨变形 力学分析 法医鉴定

中图分类号 D919.2

外力作用于物体, 其效应有二方面: 一是可使物体产生加速度, 二是可使物体产生变形。在讨论力的外效应时, 我们假设物体是一个不可压缩的刚体。但实际上, 一切物体都将在外力作用下发生变形, 只是程度不同而已。在此, 我们对颅骨在外力作用下产生的整体变形作一力学分析。

1 基本假设和概念

1.1 二个假设

为简化对颅骨变形的分析, 我们假设:

(1) 均匀连续假设

假设颅骨的性质在各处是均匀一致的, 而且骨质是毫无间隙地充满了颅骨。

(2) 各向同性假设

假设颅骨在各个方向都具有相同的机械性质。由于颅骨各处厚薄不一, 曲率不等, 有数条骨缝; 组成颅骨的内外板均为骨密质, 外板厚于内板, 而中层是疏松的板障, 因此这三层的力学性能不一。颅骨本身是由固、液二相构成的多孔弹性体, 骨中充满无数空穴, 穴中充满血液和骨髓, 因此颅骨不是均匀连续的, 也不是各向同性的。但如果

取颅骨的一个局部来研究其局部变形, 那么, 我们可以把这些空穴看作是均匀分布的, 从而可以把颅骨的每一局部看作是准均质和准各向同性的(况且颅骨的骨缝也在随年龄的增长而不断融合)。

1.2 二个概念:

(1) 应力 (σ , stress)

应力是指单位面积上内力的大小, 其计算单位用 Kg/cm^2 或 Kg/mm^2 。

(2) 横向变形系数

物体在受拉伸时, 不仅其长度由 l 拉长到 l_1 , 而且其宽度由原来的 b 缩到 b_1 。这表明, 物体内部分布着横向的压应力。同样, 物体受压缩时, 不仅其长度缩短, 而且其宽度也增大。这表明, 物体内部分布着横向的拉应力。

记横向绝对变形 $\Delta b = b - b_1$, 横向应变 $\epsilon_0 = \Delta b / b$ 。

在材料力学 Hooke 定理适用的范围内, 同一材料的横向应变 ϵ_0 与纵向应变 ϵ 也成正比关系。其绝对值之比: $\mu = |\epsilon_0| / |\epsilon|$ 为一常数。 μ 称为横向变形系数, 或称 Poisson 比。各物体的 Poisson 比可用实验测知。

收稿日期: 2001 - 02 - 21

作者简介: 陈胜泉 (1948 年 —), 男, 无锡市人, 主检法医师。

2 颅骨整体变形时的力学分析

我们已知，物体在受纵向压缩时，同时发生横向拉伸。有人研究，在颅骨两颞部施力到接近极限时，额枕径平均可伸长 1.2cm；当在额枕部施力到接近极限时，两颞间横径平均可伸长 1.7cm。因此，当头颅处于两个相反方向的力的夹击下，则整个颅骨将发生与力向一致的纵向压缩和横向拉伸。这时候骨质内就产生纵向的压应力和横向的拉应力。由于颅骨极限拉应力小于极限压应力，因而上述的拉力将首先达到极限值而使颅骨发生纵向骨折。典型的例子是，额枕部打击（如一侧着地，另一侧遭打击），形成额枕走向的骨折，两侧颞部受击，在两侧颞骨间形成骨折线。但是，这种骨折线不一定发生在两个相反方向的力的夹击下，在一处受击时，也可以发生全颅变形，形成从着力点发出的与力向一致的骨折线。有时在远离着力点的骨质较薄部位也可发生骨折，

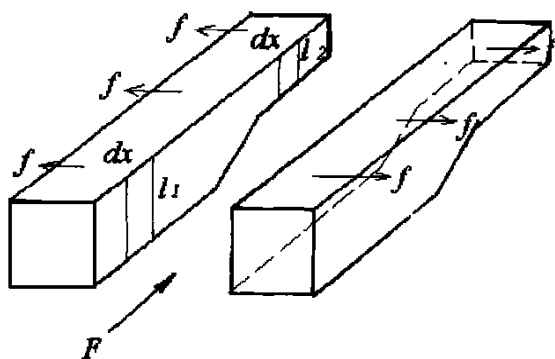


图 1

于是在 A 处，压应力为 $\sigma_1 = f / al_1$ ，同样在 B 处，压应力为 $\sigma_2 = f / al_2$ 。

由于 $l_1 > l_2$ ，所以 $\sigma_1 < \sigma_2$ 。

又因在 A 处和 B 处的同样长度 dx 内，应力与应变成正比，所以，在 A 处的应变

其原因，我们作如下分析：

2.1 分析一

头颅发生整体变形时，头颅发生与力向一致的压缩变形和与力向垂直的拉伸变形。如图 1，在单位长度 dx 内，与受到横向拉伸的力 f 是一致的。

在骨质较厚 l_1 处，发生拉伸的应力为 $\sigma_1 = f / l_1 dx$ ；

在骨质较薄 l_2 处，发生拉伸的应力为 $\sigma_2 = f / l_2 dx$ 。

由于 $l_1 > l_2$ ，

所以 $f / l_1 dx < f / l_2 dx$ ，

也就是 $\sigma_1 < \sigma_2$ 。

因此，在骨质较薄处，所分布的横向拉应力较大；而在骨质较厚处，所分布的横向拉应力较小，故在骨质较薄处易致骨折。

2.2 分析二

从另一方面考虑：取与力向一致的一条狭长条颅骨来分析，该颅骨宽 a ，A 处厚为 l_1 ，B 处厚为 l_2 ，而且 $l_1 > l_2$ （如图 2）。

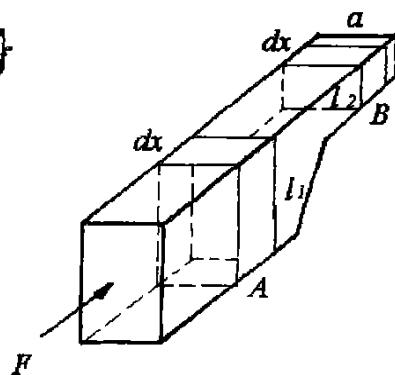


图 2

ε_1 要比 B 处的应变 ε_2 要小，即 $\varepsilon_1 < \varepsilon_2$ 。

我们已经知道，在 Hooke 定理适用的范围内，同一材料的横向应变与纵向应变也成正比。因此，在 A 处的横向应变 ε_{10} 要小于 B 处的横向应变 ε_{20} ，也就是 $\varepsilon_{10} < \varepsilon_{20}$ ，因

此，在骨质较薄处（B）容易发生骨折。

有人将发生于颅骨受力部位对侧的颅骨骨折称为“对冲性骨折”，他们认为这与受击后颅内压的突然升高有关，以及与脑组织的直接作用有关。通过对颅骨整体变形的力学分析，我们认为这种所谓的“对冲性骨折”与颅骨整体变形也有关。

3 法医学意义

根据上述分析，我们可以理解，颅骨遭受打击，有时在远离着力点的骨质较薄部位也可发生骨折，甚至发生于颅骨受力部位对侧。而此种骨折，并非外力直接造成，而是由于颅骨整体变形的结果。一般来说，外力直接造成的颅骨骨折，相应部位的头皮上应该有表皮剥脱或创口、头发可能有折断；而远离着力点的骨折，常发生在骨质较薄处，相应部位的头皮上不存在表皮损伤或创口，在法医鉴定工作中，应加以鉴别。

下面我们引用公安部物证鉴定中心“法医疑难案件检验研讨班”和《人民警察》杂

志 2000 年第 3 期的文章《大法医陈世贤》中介绍的郑璋死亡案的法医鉴定情况作为本文的结尾：

1995 年 9 月 2 日，郑璋（女 23 岁）因涉嫌卖淫被 × × × 派出所的治安人员在巡逻时抓获。次日早晨 6 时多，被发现死在派出所门口地面。尸检左外耳道出血，右侧顶枕部有表皮剥脱，右顶枕部有 8cm × 6cm 头皮内及下出血，左颞部有 6cm × 5cm 头皮下出血；左颞骨骨折，骨折线从左枕部人字缝处向前下方走行止于左侧颅中窝，长 9cm，以左颞部处骨折线最宽，达 0.15cm；蛛网膜下腔广泛出血。在于其死亡，有关单位先后出具了 6 份《法医鉴定书》。最后，陈世贤科学地解释了右侧顶枕部伴有表皮剥脱，头皮内有出血，应是外力直接形成；而左侧颞部头皮内无出血只是帽状腱膜下出血，此处出血不符合外伤直接形成，左颞骨折，是由于该处骨质较薄，是由右顶枕部遭受外力导致全颅整体变形所造成。科学的理论，终于被法庭所采纳。