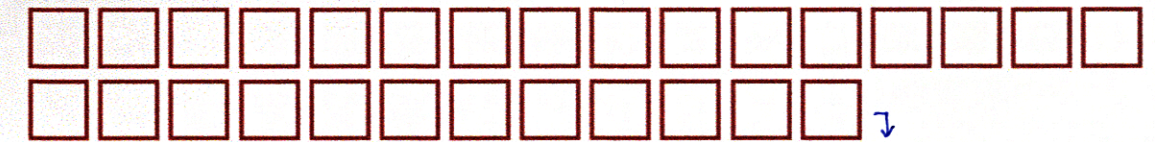


# 特集 ■ 脳卒中・頭部外傷

## 重症頭部外傷のABCDE



佐々木 和馬 SASAKI, Kazuma  
日本医科大学多摩永山病院 救命救急センター  
中江 竜太 NAKAE, Ryuta  
日本医科大学付属病院 高度救命救急センター  
横堀 将司 YOKOBORI, Sheji  
日本医科大学付属病院 高度救命救急センター

はじめに 脳60% + スミ20% Y114%  
人重症頭部外傷の初期対応は、日本外傷初期診療ガイドライン (JATEC) <sup>1)</sup> に基づくABCDEアプローチが基盤である。しかし、脳指向型蘇生の視座をもつか否かは、治療の速度や質、そして二次性脳損傷の抑制を介して患者の神経予後に影響を及ぼし得る。  
本稿では、受け入れ準備から全身管理、緊急穿頭術まで、実践的要点を整理し、現場での考え方を示す。

キーワード  
重症頭部外傷  
二次性脳損傷  
脳蘇生  
気道管理  
血圧管理  
凝固線溶異常  
緊急穿頭術

### 脳指向型蘇生の重要性

外傷性脳損傷 (traumatic brain injury (TBI)) の病態は、物理的な外力により受傷直後に生じる一過性脳損傷と、その後進行する二次性脳損傷に区別される。一過性脳損傷は非可逆的かつ不可避な損傷であり、治療不能である。一方、その後に増悪する二次性脳損傷は、治療介入によって最小限に抑制することができる。二次性脳損傷の増悪因子は、頭蓋内圧 (intracranial pressure (ICP)) 亢進などの頭蓋内因子と全身性因子に大別される。前者は脳外科的治療が中心となる一方、後者は初療時点で直ちに是正可能である (表1)。したがって、ABCDEに基づく蘇生は単なる全身管理ではなく、それ自体が「脳を守る治療」であることを認識しておくべきである。2a 8a 3a 10a 11a 12a 13a 14a 15a 16a 17a 18a 19a 20a 21a 22a 23a 24a 25a 26a 27a 28a 29a 30a 31a 32a 33a 34a 35a 36a 37a 38a 39a 40a 41a 42a 43a 44a 45a 46a 47a 48a 49a 50a 51a 52a 53a 54a 55a 56a 57a 58a 59a 60a 61a 62a 63a 64a 65a 66a 67a 68a 69a 70a 71a 72a 73a 74a 75a 76a 77a 78a 79a 80a 81a 82a 83a 84a 85a 86a 87a 88a 89a 90a 91a 92a 93a 94a 95a 96a 97a 98a 99a 100a 101a 102a 103a 104a 105a 106a 107a 108a 109a 110a 111a 112a 113a 114a 115a 116a 117a 118a 119a 120a 121a 122a 123a 124a 125a 126a 127a 128a 129a 130a 131a 132a 133a 134a 135a 136a 137a 138a 139a 140a 141a 142a 143a 144a 145a 146a 147a 148a 149a 150a 151a 152a 153a 154a 155a 156a 157a 158a 159a 160a 161a 162a 163a 164a 165a 166a 167a 168a 169a 170a 171a 172a 173a 174a 175a 176a 177a 178a 179a 180a 181a 182a 183a 184a 185a 186a 187a 188a 189a 190a 191a 192a 193a 194a 195a 196a 197a 198a 199a 200a 201a 202a 203a 204a 205a 206a 207a 208a 209a 210a 211a 212a 213a 214a 215a 216a 217a 218a 219a 220a 221a 222a 223a 224a 225a 226a 227a 228a 229a 230a 231a 232a 233a 234a 235a 236a 237a 238a 239a 240a 241a 242a 243a 244a 245a 246a 247a 248a 249a 250a 251a 252a 253a 254a 255a 256a 257a 258a 259a 260a 261a 262a 263a 264a 265a 266a 267a 268a 269a 270a 271a 272a 273a 274a 275a 276a 277a 278a 279a 280a 281a 282a 283a 284a 285a 286a 287a 288a 289a 290a 291a 292a 293a 294a 295a 296a 297a 298a 299a 300a 301a 302a 303a 304a 305a 306a 307a 308a 309a 310a 311a 312a 313a 314a 315a 316a 317a 318a 319a 320a 321a 322a 323a 324a 325a 326a 327a 328a 329a 330a 331a 332a 333a 334a 335a 336a 337a 338a 339a 340a 341a 342a 343a 344a 345a 346a 347a 348a 349a 350a 351a 352a 353a 354a 355a 356a 357a 358a 359a 360a 361a 362a 363a 364a 365a 366a 367a 368a 369a 370a 371a 372a 373a 374a 375a 376a 377a 378a 379a 380a 381a 382a 383a 384a 385a 386a 387a 388a 389a 390a 391a 392a 393a 394a 395a 396a 397a 398a 399a 400a 401a 402a 403a 404a 405a 406a 407a 408a 409a 410a 411a 412a 413a 414a 415a 416a 417a 418a 419a 420a 421a 422a 423a 424a 425a 426a 427a 428a 429a 430a 431a 432a 433a 434a 435a 436a 437a 438a 439a 440a 441a 442a 443a 444a 445a 446a 447a 448a 449a 450a 451a 452a 453a 454a 455a 456a 457a 458a 459a 460a 461a 462a 463a 464a 465a 466a 467a 468a 469a 470a 471a 472a 473a 474a 475a 476a 477a 478a 479a 480a 481a 482a 483a 484a 485a 486a 487a 488a 489a 490a 491a 492a 493a 494a 495a 496a 497a 498a 499a 500a 501a 502a 503a 504a 505a 506a 507a 508a 509a 510a 511a 512a 513a 514a 515a 516a 517a 518a 519a 520a 521a 522a 523a 524a 525a 526a 527a 528a 529a 530a 531a 532a 533a 534a 535a 536a 537a 538a 539a 540a 541a 542a 543a 544a 545a 546a 547a 548a 549a 550a 551a 552a 553a 554a 555a 556a 557a 558a 559a 560a 561a 562a 563a 564a 565a 566a 567a 568a 569a 570a 571a 572a 573a 574a 575a 576a 577a 578a 579a 580a 581a 582a 583a 584a 585a 586a 587a 588a 589a 590a 591a 592a 593a 594a 595a 596a 597a 598a 599a 600a 601a 602a 603a 604a 605a 606a 607a 608a 609a 610a 611a 612a 613a 614a 615a 616a 617a 618a 619a 620a 621a 622a 623a 624a 625a 626a 627a 628a 629a 630a 631a 632a 633a 634a 635a 636a 637a 638a 639a 640a 641a 642a 643a 644a 645a 646a 647a 648a 649a 650a 651a 652a 653a 654a 655a 656a 657a 658a 659a 660a 661a 662a 663a 664a 665a 666a 667a 668a 669a 670a 671a 672a 673a 674a 675a 676a 677a 678a 679a 680a 681a 682a 683a 684a 685a 686a 687a 688a 689a 690a 691a 692a 693a 694a 695a 696a 697a 698a 699a 700a 701a 702a 703a 704a 705a 706a 707a 708a 709a 710a 711a 712a 713a 714a 715a 716a 717a 718a 719a 720a 721a 722a 723a 724a 725a 726a 727a 728a 729a 730a 731a 732a 733a 734a 735a 736a 737a 738a 739a 740a 741a 742a 743a 744a 745a 746a 747a 748a 749a 750a 751a 752a 753a 754a 755a 756a 757a 758a 759a 760a 761a 762a 763a 764a 765a 766a 767a 768a 769a 770a 771a 772a 773a 774a 775a 776a 777a 778a 779a 780a 781a 782a 783a 784a 785a 786a 787a 788a 789a 790a 791a 792a 793a 794a 795a 796a 797a 798a 799a 800a 801a 802a 803a 804a 805a 806a 807a 808a 809a 810a 811a 812a 813a 814a 815a 816a 817a 818a 819a 820a 821a 822a 823a 824a 825a 826a 827a 828a 829a 830a 831a 832a 833a 834a 835a 836a 837a 838a 839a 840a 841a 842a 843a 844a 845a 846a 847a 848a 849a 850a 851a 852a 853a 854a 855a 856a 857a 858a 859a 860a 861a 862a 863a 864a 865a 866a 867a 868a 869a 870a 871a 872a 873a 874a 875a 876a 877a 878a 879a 880a 881a 882a 883a 884a 885a 886a 887a 888a 889a 890a 891a 892a 893a 894a 895a 896a 897a 898a 899a 900a 901a 902a 903a 904a 905a 906a 907a 908a 909a 910a 911a 912a 913a 914a 915a 916a 917a 918a 919a 920a 921a 922a 923a 924a 925a 926a 927a 928a 929a 930a 931a 932a 933a 934a 935a 936a 937a 938a 939a 940a 941a 942a 943a 944a 945a 946a 947a 948a 949a 950a 951a 952a 953a 954a 955a 956a 957a 958a 959a 960a 961a 962a 963a 964a 965a 966a 967a 968a 969a 970a 971a 972a 973a 974a 975a 976a 977a 978a 979a 980a 981a 982a 983a 984a 985a 986a 987a 988a 989a 990a 991a 992a 993a 994a 995a 996a 997a 998a 999a 1000a 1001a 1002a 1003a 1004a 1005a 1006a 1007a 1008a 1009a 1010a 1011a 1012a 1013a 1014a 1015a 1016a 1017a 1018a 1019a 1020a 1021a 1022a 1023a 1024a 1025a 1026a 1027a 1028a 1029a 1030a 1031a 1032a 1033a 1034a 1035a 1036a 1037a 1038a 1039a 1040a 1041a 1042a 1043a 1044a 1045a 1046a 1047a 1048a 1049a 1050a 1051a 1052a 1053a 1054a 1055a 1056a 1057a 1058a 1059a 1060a 1061a 1062a 1063a 1064a 1065a 1066a 1067a 1068a 1069a 1070a 1071a 1072a 1073a 1074a 1075a 1076a 1077a 1078a 1079a 1080a 1081a 1082a 1083a 1084a 1085a 1086a 1087a 1088a 1089a 1090a 1091a 1092a 1093a 1094a 1095a 1096a 1097a 1098a 1099a 1100a 1101a 1102a 1103a 1104a 1105a 1106a 1107a 1108a 1109a 1110a 1111a 1112a 1113a 1114a 1115a 1116a 1117a 1118a 1119a 1120a 1121a 1122a 1123a 1124a 1125a 1126a 1127a 1128a 1129a 1130a 1131a 1132a 1133a 1134a 1135a 1136a 1137a 1138a 1139a 1140a 1141a 1142a 1143a 1144a 1145a 1146a 1147a 1148a 1149a 1150a 1151a 1152a 1153a 1154a 1155a 1156a 1157a 1158a 1159a 1160a 1161a 1162a 1163a 1164a 1165a 1166a 1167a 1168a 1169a 1170a 1171a 1172a 1173a 1174a 1175a 1176a 1177a 1178a 1179a 1180a 1181a 1182a 1183a 1184a 1185a 1186a 1187a 1188a 1189a 1190a 1191a 1192a 1193a 1194a 1195a 1196a 1197a 1198a 1199a 1200a 1201a 1202a 1203a 1204a 1205a 1206a 1207a 1208a 1209a 1210a 1211a 1212a 1213a 1214a 1215a 1216a 1217a 1218a 1219a 1220a 1221a 1222a 1223a 1224a 1225a 1226a 1227a 1228a 1229a 1230a 1231a 1232a 1233a 1234a 1235a 1236a 1237a 1238a 1239a 1240a 1241a 1242a 1243a 1244a 1245a 1246a 1247a 1248a 1249a 1250a 1251a 1252a 1253a 1254a 1255a 1256a 1257a 1258a 1259a 1260a 1261a 1262a 1263a 1264a 1265a 1266a 1267a 1268a 1269a 1270a 1271a 1272a 1273a 1274a 1275a 1276a 1277a 1278a 1279a 1280a 1281a 1282a 1283a 1284a 1285a 1286a 1287a 1288a 1289a 1290a 1291a 1292a 1293a 1294a 1295a 1296a 1297a 1298a 1299a 1300a 1301a 1302a 1303a 1304a 1305a 1306a 1307a 1308a 1309a 1310a 1311a 1312a 1313a 1314a 1315a 1316a 1317a 1318a 1319a 1320a 1321a 1322a 1323a 1324a 1325a 1326a 1327a 1328a 1329a 1330a 1331a 1332a 1333a 1334a 1335a 1336a 1337a 1338a 1339a 1340a 1341a 1342a 1343a 1344a 1345a 1346a 1347a 1348a 1349a 1350a 1351a 1352a 1353a 1354a 1355a 1356a 1357a 1358a 1359a 1360a 1361a 1362a 1363a 1364a 1365a 1366a 1367a 1368a 1369a 1370a 1371a 1372a 1373a 1374a 1375a 1376a 1377a 1378a 1379a 1380a 1381a 1382a 1383a 1384a 1385a 1386a 1387a 1388a 1389a 1390a 1391a 1392a 1393a 1394a 1395a 1396a 1397a 1398a 1399a 1400a 1401a 1402a 1403a 1404a 1405a 1406a 1407a 1408a 1409a 1410a 1411a 1412a 1413a 1414a 1415a 1416a 1417a 1418a 1419a 1420a 1421a 1422a 1423a 1424a 1425a 1426a 1427a 1428a 1429a 1430a 1431a 1432a 1433a 1434a 1435a 1436a 1437a 1438a 1439a 1440a 1441a 1442a 1443a 1444a 1445a 1446a 1447a 1448a 1449a 1450a 1451a 1452a 1453a 1454a 1455a 1456a 1457a 1458a 1459a 1460a 1461a 1462a 1463a 1464a 1465a 1466a 1467a 1468a 1469a 1470a 1471a 1472a 1473a 1474a 1475a 1476a 1477a 1478a 1479a 1480a 1481a 1482a 1483a 1484a 1485a 1486a 1487a 1488a 1489a 1490a 1491a 1492a 1493a 1494a 1495a 1496a 1497a 1498a 1499a 1500a 1501a 1502a 1503a 1504a 1505a 1506a 1507a 1508a 1509a 1510a 1511a 1512a 1513a 1514a 1515a 1516a 1517a 1518a 1519a 1520a 1521a 1522a 1523a 1524a 1525a 1526a 1527a 1528a 1529a 1530a 1531a 1532a 1533a 1534a 1535a 1536a 1537a 1538a 1539a 1540a 1541a 1542a 1543a 1544a 1545a 1546a 1547a 1548a 1549a 1550a 1551a 1552a 1553a 1554a 1555a 1556a 1557a 1558a 1559a 1560a 1561a 1562a 1563a 1564a 1565a 1566a 1567a 1568a 1569a 1570a 1571a 1572a 1573a 1574a 1575a 1576a 1577a 1578a 1579a 1580a 1581a 1582a 1583a 1584a 1585a 1586a 1587a 1588a 1589a 1590a 1591a 1592a 1593a 1594a 1595a 1596a 1597a 1598a 1599a 1600a 1601a 1602a 1603a 1604a 1605a 1606a 1607a 1608a 1609a 1610a 1611a 1612a 1613a 1614a 1615a 1616a 1617a 1618a 1619a 1620a 1621a 1622a 1623a 1624a 1625a 1626a 1627a 1628a 1629a 1630a 1631a 1632a 1633a 1634a 1635a 1636a 1637a 1638a 1639a 1640a 1641a 1642a 1643a 1644a 1645a 1646a 1647a 1648a 1649a 1650a 1651a 1652a 1653a 1654a 1655a 1656a 1657a 1658a 1659a 1660a 1661a 1662a 1663a 1664a 1665a 1666a 1667a 1668a 1669a 1670a 1671a 1672a 1673a 1674a 1675a 1676a 1677a 1678a 1679a 1680a 1681a 1682a 1683a 1684a 1685a 1686a 1687a 1688a 1689a 1690a 1691a 1692a 1693a 1694a 1695a 1696a 1697a 1698a 1699a 1700a 1701a 1702a 1703a 1704a 1705a 1706a 1707a 1708a 1709a 1710a 1711a 1712a 1713a 1714a 1715a 1716a 1717a 1718a 1719a 1720a 1721a 1722a 1723a 1724a 1725a 1726a 1727a 1728a 1729a 1730a 1731a 1732a 1733a 1734a 1735a 1736a 1737a 1738a 1739a 1740a 1741a 1742a 1743a 1744a 1745a 1746a 1747a 1748a 1749a 1750a 1751a 1752a 1753a 1754a 1755a 1756a 1757a 1758a 1759a 1760a 1761a 1762a 1763a 1764a 1765a 1766a 1767a 1768a 1769a 1770a 1771a 1772a 1773a 1774a 1775a 1776a 1777a 1778a 1779a 1780a 1781a 1782a 1783a 1784a 1785a 1786a 1787a 1788a 1789a 1790a 1791a 1792a 1793a 1794a 1795a 1796a 1797a 1798a 1799a 1800a 1801a 1802a 1803a 1804a 1805a 1806a 1807a 1808a 1809a 1810a 1811a 1812a 1813a 1814a 1815a 1816a 1817a 1818a 1819a 1820a 1821a 1822a 1823a 1824a 1825a 1826a 1827a 1828a 1829a 1830a 1831a 1832a 1833a 1834a 1835a 1836a 1837a 1838a 1839a 1840a 1841a 1842a 1843a 1844a 1845a 1846a 1847a 1848a 1849a 1850a 1851a 1852a 1853a 1854a 1855a 1856a 1857a 1858a 1859a 1860a 1861a 1862a 1863a 1864a 1865a 1866a 1867a 1868a 1869a 1870a 1871a 1872a 1873a 1874a 1875a 1876a 1877a 1878a 1879a 1880a 1881a 1882a 1883a 1884a 1885a 1886a 1887a 1888a 1889a 1890a 1891a 1892a 1893a 1894a 1895a 1896a 1897a 1898a 1899a 1900a 1901a 1902a 1903a 1904a 1905a 1906a 1907a 1908a 1909a 1910a 1911a 1912a 1913a 1914a 1915a 1916a 1917a 1918a 1919a 1920a 1921a 1922a 1923a 1924a 1925a 1926a 1927a 1928a 1929a 1930a 1931a 1932a 1933a 1934a 1935a 1936a 1937a 1938a 1939a 1940a 1941a 1942a 1943a 1944a 1945a 1946a 1947a 1948a 1949a 1950a 1951a 1952a 1953a 1954a 1955a 1956a 1957a 1958a 1959a 1960a 1961a 1962a 1963a 1964a 1965a 1966a 1967a 1968a 1969a 1970a 1971a 1972a 1973a 1974a 1975a 1976a 1977a 1978a 1979a 1980a 1981a 1982a 1983a 1984a 1985a 1986a 1987a 1988a 1989a 1990a 1991a 1992a 1993a 1994a 1995a 1996a 1997a 1998a 1999a 2000a 2001a 2002a 2003a 2004a 2005a 2006a 2007a 2008a 2009a 2010a 2011a 2012a 2013a 2014a 2015a 2016a 2017a 2018a 2019a 2020a 2021a 2022a 2023a 2024a 2025a 2026a 2027a 2028a 2029a 2030a 2031a 2032a 2033a 2034a 2035a 2036a 2037a 2038a 2039a 2040a 2041a 2042a 2043a 2044a 2045a 2046a 2047a 2048a 2049a 2050a 2051a 2052a 2053a 2054a 2055a 2056a 2057a 2058a 2059a 2060a 2061a 2062a 2063a 2064a 2065a 2066a 2067a 2068a 2069a 2070a 2071a 2072a 2073a 2074a 2075a 2076a 2077a 2078a 2079a 2080a 2081a 20



表中々 指定外  
0.25% 白抜き

適用 (以下)

80%

127  
140

50% + 20%  
文・白抜き 1/2 ロダン DB

表1 二次性脳損傷の増悪因子 1/2 ロダン DB (以下)

因子	治療介入・目標
全身性因子	
低酸素血症	SpO <sub>2</sub> ≥ 90%, PaO <sub>2</sub> ≥ 60mmHg
低血圧	SBP ≥ 100 ~ 110mmHg の維持
高/低二酸化炭素血症	PaCO <sub>2</sub> (EtCO <sub>2</sub> ) 35 ~ 45mmHg
体温異常	36.0 ~ 37.0℃ (高体温の回避)
血糖異常	140 ~ 180mg/dL (低血糖・高血糖の回避)
貧血	Hb ≥ 9 ~ 10mg/dL
電解質異常 (低 Na 血症)	Na ≥ 140mEq/L (低 Na 血症の回避)
電解質異常 (低 Ca 血症)	iCa ≥ 1.1mmol/L の維持 (凝固・循環維持)
凝固異常	Fib ≥ 150mg/dL
酸塩基平衡 (代謝性アシドーシス)	pH 7.35 ~ 7.45
頭蓋内因子	
ICP 亢進	ICP < 20 ~ 22mmHg
脳腫脹・脳浮腫	高浸透圧療法・頭位挙上・頭位正中位保持
出血増大・再出血	迅速な止血・凝固能は正・必要に応じた外科的治療
急性症候性発作 (けいれん発作)	抗発作薬・鎮静薬 非けいれん性てんかん重積状態にも注意
脳血管収縮・DCI (delayed cerebral ischemia)	脳灌流圧の維持
皮質拡張性沈抑制 (CSD)	虚血や外傷後に広がる脱分極

SpO<sub>2</sub>: 経皮的動脈血酸素飽和度, PaO<sub>2</sub>: 動脈血酸素分圧, SBP: 収縮期血圧, PaCO<sub>2</sub>: 動脈血二酸化炭素分圧, EtCO<sub>2</sub>: 呼吸終末二酸化炭素分圧, Hb: ヘモグロビン, Na: ナトリウム, Ca: カルシウム, iCa: イオン化カルシウム, Fib: フィブリノゲン

筆者作成

困難 difficult airway を想定し、必要に応じてビデオ喉頭鏡 (エアウェイスコプ®, McGrath™), 吸引チューブを準備する。挿管・換気困難 (cannot intubate, cannot oxygenate) に備え、外科的気道確保 (輪状甲状靱帯穿刺・切開) を実施できる準備を整えておく。

## B (Breathing)

バッグバルブマスク, EtCO<sub>2</sub> (呼吸終末期二酸化炭素分圧) モニターなどを準備し、人工呼吸器・麻酔器を立ち上げる。要請内容から胸部外傷合併 (多発肋骨骨折, 血気胸など) の可能性がある場合は胸腔ドレナージも準備する。

## C (Circulation)

ショックの予防と蘇生は、頭蓋内病変の治療に優先する。静脈路確保は、可能であれば 18G 以上の太い末梢静脈路を確保し、困難例では骨髄路も検討する。体幹部損傷に伴う大量輸血が予想される場合には、末梢静脈路確保に並行して中心静脈路を確保する。

外傷診療において注意を払うべきなのが「外傷死の三徴 (低体温, 代謝性アシドーシス, 凝固異常)」である。低体温は凝固異常を惹起して出血を助長し、代謝性アシドーシスを悪化させる。この悪循環を断つため、輸液・輸血は加温装置などを用いて可能な限り加温して投与する。輸血は院内プロトコルを確認し、緊急輸血 (O 型 RBC, AB 型 FFP など)

を視野に血液部門へ事前に連絡しておく。エコーやポータブル X 線・CT を撮影できるように放射線科へ連絡しておく。緊急手術の可能性を見越して、手術室の状況確認と連絡を到着前に完了しておく。画像検査、手術室のセットアップや移動など、治療介入が停滞する空白の時間を最小限にするように努める。

## JATEC に基づく ABCDE アプローチの実践

初療では、以下の 3 点を同時に満たす必要がある。

- ①生理学的破綻の是正 (蘇生)
- ②頭蓋内病変の進行を見逃さない (神経学的所見評価の継続)
- ③診断手術までの流動性確保 (チーム運用)

## 気道・呼吸

低酸素血症 (SpO<sub>2</sub> < 90%) は短時間でも二次性脳損傷を増悪させるため、高濃度酸素投与 (リザーバー付きマスク 10 ~ 15L/min) で酸素化を担保する。挿管刺激自体が ICP を上昇させるため、十分な鎮静鎮痛のもと、迅速気管挿管 rapid sequence intubation (RSI) を行う。このとき頸椎保護を念頭に、助手に尾側から頭部を把持してもらい正中中間位を維持する。

挿管後は意図せず過換気になりやすい。低二酸化炭素血症 (PaCO<sub>2</sub> < 30mmHg) は脳血管収縮を介して脳血流量を減少させ、脳虚血を助長する。脳ヘルニア切迫時を除き、過換気は避けるべきである。EtCO<sub>2</sub> を指標にしながら PaCO<sub>2</sub> 35 ~ 40mmHg を目標として換気する。人工呼吸器設定における PEEP (呼吸終末陽圧) の設定に関して、過度な高 PEEP (> 10cmH<sub>2</sub>O) が胸腔内圧上昇を介して脳静脈還流を阻害し、ICP を上昇させる可能性が以前から議論されている。我々は、PEEP 5cmH<sub>2</sub>O 程度を初期基本設定とし、呼吸循環動態を評価して適宜調整している。

また、咳嗽・ファイティングは ICP を急峻に上昇させる。呼吸器同調性を優先し、鎮静鎮痛の最適化をはかるとともに、必要に応じて一時的な深鎮静や筋弛緩薬の併用を検討する。

## 循環

血管自動調節機能が破綻した頭部外傷の初療において、低血圧は脳灌流圧 cerebral perfusion pressure (CPP) (CPP = 平均動脈圧 - ICP) を低下させ、脳虚血に直結する。一方で過度な高血圧は頭蓋内出血や脳浮腫を悪化させる。米国 Brain Trauma Foundation (BTF) ガイドライン<sup>3)</sup>では、収縮期血圧 systolic blood pressure (SBP) 100 ~ 110mmHg、未満の低血圧を回避すべきとしている。近年の観察研究<sup>4)</sup>でも SBP ≤ 90mmHg が受傷 6 か月後の神経学的予後不良と関連するとされており、初療での低血圧は可能な限り回避すべきである。さらに、院外 SBP と転帰の関連を検討した解析<sup>5)</sup>では、おおむね SBP 130 ~ 180mmHg 付近で死亡率が最も低く、一方で SBP ≥ 180mmHg の異常高血圧は死亡率上昇と関連する可能性が示唆された。したがって、受傷直後から低血圧・異常高血圧を避けることが肝要である。

## 神経学的評価

Glasgow coma scale (GCS), 瞳孔不同・対光反射, 片麻痺, Cushing 徴候 (徐脈・高血圧) は「切迫する D」を示す重要な指標である。

瞳孔に関しては、自動瞳孔計を用いた NP<sub>i</sub> (Neurological Pupil index) の定量的観察が有用とされる。重症頭部外傷を対象とした研究<sup>6)</sup>では、ICP 20mmHg 以上の持続上昇に伴い、NP<sub>i</sub> が先行・並行して 3.0 未満に低下することが示された。特に、NP<sub>i</sub> < 3 の累積時間が長いほど減圧開頭術を要する難治性 ICP 亢進に移行しやすく、6 か月後神経学的予後が不良であった。したがって、

重症頭部外傷のABCDE  
1/2 ロダン DB (以下)  
70% (以下)



NPI < 3 への低下トレンドを認めた場合は、**脳ヘルニアの予兆と認識すべき**である。

D の異常を認めた場合、直ちに緊急性を周知し、再度 ABC を担保したうえで、二次性脳損傷を最小化するための ICP 管理を開始する。具体的には、頭位 30° 挙上、頭部正中位の維持、頸部の過屈曲・過伸展の回避、鎮静鎮痛の強化、高張浸透圧療法を行う。

### 体温管理

脱衣・全身観察を迅速に行う。高体温は脳代謝を亢進させ、脳組織酸素需要を増大させる。

我々は施設戦略として**体温 37°C 以下を管理目標**としている。一方、異常低体温 (< 34°C) は凝固障害を進行させる。大量輸血・補液時は低体温になりやすいため、保温毛布や加温輸液装置を用いて体温低下を防ぐように心がける。

### 薬剤選択

#### 鎮静・鎮痛薬

鎮静薬選択で重視するのは、ICP を安全に管理できること、短時間作用型で適宜神経所見を評価可能であることである。以下の薬剤は、これらの観点から使用しやすい。

13a ロザン B (※下用)

●プロポフォール  $\sim 25\sim 70\%$

脳代謝抑制作用を介した ICP 降下作用が期待できる。血管拡張・心抑制作用があり、低血圧・CPP 低下を惹起するリスクがある。そのため、血管作動薬の併用を含めた循環管理を要する。代謝が速く、中止後の覚醒がすみやかであるため TBI 管理において第一選択となり得る。小児や卵アレルギー患者への使用は禁忌である。高用量・長時間投与時のプロポフォール注入症候群 propofol infusion syndrome (PRIS) に十分留意する。

●ミダゾラム  $\sim 25\sim 70\%$

プロポフォールと比較して循環動態への影響が比較的緩徐であるという利点がある一方、脂溶性が高く、長時間投与により組織に蓄積しやすいため、覚醒遅延をまねき神経評価を困難にするリスクがある。

当科では、プロポフォールが使用困難な症例、血行動態不安定な症例などに優先的に使用している。

●デクスメトミジン  $\sim 25\sim 70\%$

$\alpha_2$  受容体作動薬で、呼吸抑制が少なく、鎮静作用に加え軽度の鎮痛作用も併せ持つとされる。ICP が安定してきたのち、鎮静を漸減していく過程で軽鎮静の維持に有用である。副作用の徐脈・低血圧に注意を要する。

●フェンタニル/レミフェンタニル  $\sim 25\sim 70\%$

フェンタニルは循環への影響が少なく使いやすい。レミフェンタニルは超短時間作用型であり調節性に優れるが、急速投与（フラッシュ）は禁止されている。いずれも呼吸抑制に注意する。

●ケタミン  $\sim 25\sim 70\%$

低血圧を惹起しにくく、迅速な鎮静鎮痛効果を得られるが、ICP を上昇させるとされ、TBI 管理において忌避されてきた。近年は適切な人工呼吸器管理下において、本剤は ICP を有意に増悪させない可能性が示され、有用性が再評価されている<sup>7)</sup>。特に循環動態不安定で CPP 維持が困難な症例において有用と思われるが、**本邦では ICP 亢進状態における使用は禁忌**であり、我々は使用していない。

我々は初療で全身麻酔を導入し、緊急手術へ移行する場合、プロポフォール、フェンタニル、ロクロニウムを用いて鎮静・鎮痛、筋弛緩をはかり、麻酔維持も同薬剤の持続投与を用いることが多い。

### 止血剤：抗線溶薬の使用

線溶抑制薬であるトラネキサム酸 (TXA) は、プラスミノゲン/プラスミンに作用してフィブリン分解を抑制することで、線溶を抑制し血栓を安定化させる。CRASH-3 試験<sup>8)</sup>に基づき**受傷 3 時間以内の早期投与が推奨**される。同試験では、軽症・中等症例や、重症でも瞳孔反応がある症例で死亡リスク低減が示唆された。

当施設では、初回 1g 投与を基本とするが、CRASH-3 レジメンの「その後の TXA 1g 8 時間の持続投与」は、線溶遮断を助長し、過凝固や微小血栓形成をまねく懸念があるため、ルーチンでは行っていない。

### 中和剤

高齢化社会に伴い、抗血栓薬を内服している頭部外傷患者は増加の一途を辿っている<sup>9)</sup>。これら内服患者の頭部外傷は、軽微な外力であっても致死的な頭蓋内出血をきたす。現在、いくつかの中和剤が使用可能となっているが、その選択と投与には迅速さが求められる。各中和剤の詳細については他稿<sup>\*1)</sup>を参照されたい。

日本の観察研究 (Think FAST registry)<sup>10)</sup>では、**受傷から中和療法導入までの時間が短いほど転帰良好**であることが示唆されている。特に生命を脅かす頭蓋内出血を伴う症例において、中和療法の必要性は高い。一方で薬価が高く、適応も厳格である。その**適応基準や最適な投与時期などについては、今後検討されるべき重要な課題**である。

### 凝固能の二相性変化と外科的治療戦略

頭部外傷における輸血戦略は、脳酸素代謝の維持と短時間で劇的に変化する凝固線溶系の補正において極めて重要である。特に、**凝固線溶系が劇的な二相性変化を辿る**という病態生理の把握が管理の要となる<sup>11~13)</sup>。

### 第一相 (線溶亢進期)

頭部外傷受傷直後に、損傷した脳組織から組織因子が血中に流出し、凝固系カスケードが活性化する。結果、トロンビンの過剰産生が消費性凝固障害を惹起する。トロンビンはフィブリノゲン (Fib) をフィブリンへと変換して血栓形成を促進するが、この過程で二次的な線溶活性が起きる。

さらに、損傷脳からは tissue plasminogen activator (t-PA) が直接放出され、プラスミンが産生されることにより線溶亢進がさらに強まり、出血傾向が増悪する。すなわち、外傷性播種性血管内凝固 disseminated intravascular coagulation (DIC) の病態を呈する。

### 第二相 (線溶遮断期)

線溶亢進期ののち、PAI-1 (plasminogen activator inhibitor-1) が急激に上昇し、線溶系が強力に抑制 (遮断) される。この時期には、線溶系が働かないため、一転して過凝固 (血栓形成) 傾向となる。

...  $\sim 25\sim 70\%$

線溶亢進を呈する受傷 3 時間以内の大開頭は、術中止血困難、血腫再増大などのリスクが極めて高い。病着時の Fib 値が正常でも、それは受傷直後の値であり、そこから急激に消費され線溶が亢進していく<sup>11~13)</sup>。

当科では、**線溶亢進期は、低侵襲な穿頭減圧と抗線溶薬、輸血療法を含めた全身管理による凝固能是正を優先**する。ICP モニタリングをしつつ、凝固能検査を繰り返し、線溶抑制期への移行を見極めて根治的開頭術を施行する、段階的治療戦略を主軸にしている。

### 頭部外傷における輸血戦略

大量出血が予測される場合や緊急手術を要する局面では、大量輸血プロトコル massive

9.5a 09:B

\*1  
「コラム：抗血栓療法中の頭部外傷の管理：〇〇」  
(〇ページ参照)。

6  
9.5a 09:M  
↓  $\sim 25\sim 70\%$   
⑬ 12w 話



transfusion protocol (MTP) に基づき、**赤血球：新鮮凍結血漿：血小板＝1：1：1**の比率での投与を行うことが望ましい。PROPPR試験<sup>14)</sup>は、受傷24時間以内に3単位以上の輸血を受けた重症外傷例を対象とした前方視的コホート研究である。頭部外傷症例は128例(14.1%)であり、受傷24時間以降の主要な死因として頭部外傷関連死が挙げられた。外傷患者に対する1：1：1の輸血戦略が早期止血および予後改善に寄与する可能性を示し、臨床実装の根拠となっている。

### 赤血球輸血

貧血は脳への酸素運搬能を低下させ、二次性脳損傷を助長させる。赤血球輸血の開始閾値には議論がある。TRAIN study<sup>15)</sup>では、9g/dL閾値が6か月後転帰不良率を低下させた。最新のメタ解析<sup>16)</sup>では、積極的輸血群〔ヘモグロビン(Hb) < 10g/dLないし9g/dL〕は制限的輸血群(Hb < 7g/dL)と比較して、神経学的予後を改善する可能性が示唆された。したがって我々は、**Hb 9～10g/dLを赤血球輸血の目安**にしている。

### 新鮮凍結血漿 (FFP) 輸血

先に論じたように、TBI超急性期で線溶亢進型DICの病態を呈する。この過程でFibは急激に消費・分解するため、受傷直後から急速に低下する。

Nakaeら<sup>17)</sup>は、TBI患者において、FFPを投与し受傷後3時間以内のFib値 $\geq 150\text{mg/dL}$ を維持できた患者群は、神経予後が良好となる可能性を示した。またSabouriらの報告<sup>18)</sup>では、重症TBI患者において、Fib値 $\geq 200\text{mg/dL}$ を目標とした凝固補正は長期神経学的予後を改善する可能性が示唆された。

病着時Fib低値(200mg/dL未満)だけでなく、病着時Dダイマー高値例では、その後急速なFib低下をきたす可能性が高く<sup>17)</sup>、**Fibを補充するために早期のFFP輸血を考**

慮すべきである。その後、線溶亢進期が過ぎたあとは、逆に過凝固傾向となるため、定期的に凝固能検査を行い、凝固能が是正されたら即座に補正を終了するべきである。

### 血小板輸血

TBI患者では、血小板数が保たれていても受傷早期から血小板機能障害を呈することがあり、TBI関連凝固障害の重要な構成要素とされている<sup>19)</sup>。一方で、血小板輸血の有効性に関するエビデンスはTBI単独ではなく、大量出血を伴う重症外傷症例で蓄積されている。PROMMTT試験のサブ解析<sup>20)</sup>によれば、受傷6時間以内に高い比率で血小板を投与することが院内死亡率低下と関連していた。

頭蓋内出血および脳外科手術症例における血小板数の管理目標として、各種ガイドライン<sup>3, 22)</sup>では**血小板数10万/ $\mu\text{L}$ 以上の維持**が推奨されている。

赤血球製剤とFFPは、未交差血として即時供給が可能であることが多い。一方、血小板は保存期限や保存温度制限(常温)から初療室常備が物理的に困難な施設が多い。したがって、**当施設では赤血球・FFP輸血を先行させつつ、必要症例に対して可能なかぎり早期の血小板発注・投与を行う運用**としている。

### クリオプレシピテート / フィブリノゲン (Fib) 製剤

外傷性DICにおいて、Fibは最も早期に枯渇するため、その補充は止血管理の要となる。補充手段として、クリオプレシピテート(クリオ)と**Fib製剤**が挙げられる。

CRYOSTAT-2試験<sup>21)</sup>では、重症外傷患者への「全例一律かつ早期(受傷90分以内)」のクリオ投与は、28日死亡率を有意に改善しなかった。しかし、これは無差別な経験的投与の限界を示しており、粘弾性血液凝固モニタリング(TEG/ROTEMなど)を用いた個別化管理の重要性を再確認する結果となっ

た。また、FEISTY試験<sup>22)</sup>において、**Fib製剤**はクリオと比較して、投与開始までの時間を大幅に短縮(中央値29分 vs. 60分)できると示された。特にTBI症例では血腫増大の阻止が予後に直結するため、早期に**Fib**製剤を投与し補充することが望ましいと考えられるが、本邦では保険適用外使用となるため、今後のエビデンスの蓄積が期待される。

### 低カルシウム血症

輸血製剤に含まれるクエン酸は、血中イオン化カルシウム(iCa)をキレートすることで低カルシウム血症をきたす。カルシウムは血液凝固第IV因子として凝固カスケードに必須であり、心収縮力維持や血管トーンにも深く関与する<sup>23)</sup>。そのため、低カルシウム血症は止血困難や循環不全を助長する因子となり得る。特に、MTP発動時は血液ガス分析によるiCaモニタリングを頻回に行い、適宜カルシウム製剤を用いて補正する<sup>24)</sup>。

我々は補充の閾値として、各種ガイドライン<sup>25)</sup>を参考に、 $\text{iCa} > 1.0\text{mmol/L}$  (4.4mg/dL)を目安に補充をしている。

### 初療室緊急穿頭術/HITT

切迫脳ヘルニアにおいて、手術室への搬送や開頭準備を待つ時間的猶予がない場合、初療室で行う緊急穿頭術は、患者の命をつなぐ唯一の手段となる。

初療室穿頭術の目的は主に以下の2点であるが、根治的ではなく、あくまで救命処置であると肝に銘じる。

①**血腫除去による可及的な減圧** 1.3a H中G BBB 色ベタ (以下同)  
頭蓋内出血による脳ヘルニアに対し、可及的すみやかに圧迫を解除する。

②**ICP管理** 色ベタ  
脳室内出血や脳浮腫に対し、脳室ドレナージ external ventricular drainage (EVD) を挿入してICPをコントロールする。

穿頭部位の決定には戦略が必要である。その後の開頭手術(根治術)の妨げにならない

場所を選ばなくてはならない。片側性の血腫に対し、我々は通常、広範な減圧が可能な large question mark skin incision (trauma flap) を前提としている。この皮膚切開線を考慮した穿頭点は主に以下の2つである。

①**前頭部 (Kocher's point 近傍) の穿頭点** 1.2aキ ? 色ベタ  
(図1-a)

位置：正中線から外側2.5～3cm、鼻根部 nasion から頭側へ約10～11cm(瞳孔正中線と冠状縫合の交点付近)。

利点：のちの減圧開頭術の皮切線上に位置させることができ、新たな創傷を増やせずにすむ。血腫除去後に脳表を確認できれば、そのまま側脳室前角に向けてEVDを挿入し、ICPモニタリングと髄液排除による脳圧管理が可能。

欠点：骨が厚く穿頭に若干時間を要することがある。血腫が前頭部まで及んでいない場合は、血腫ドレナージ効果が低い。

②**側頭線 (linea temporalis) 内の穿頭点** 色ベタ  
(図1-b)

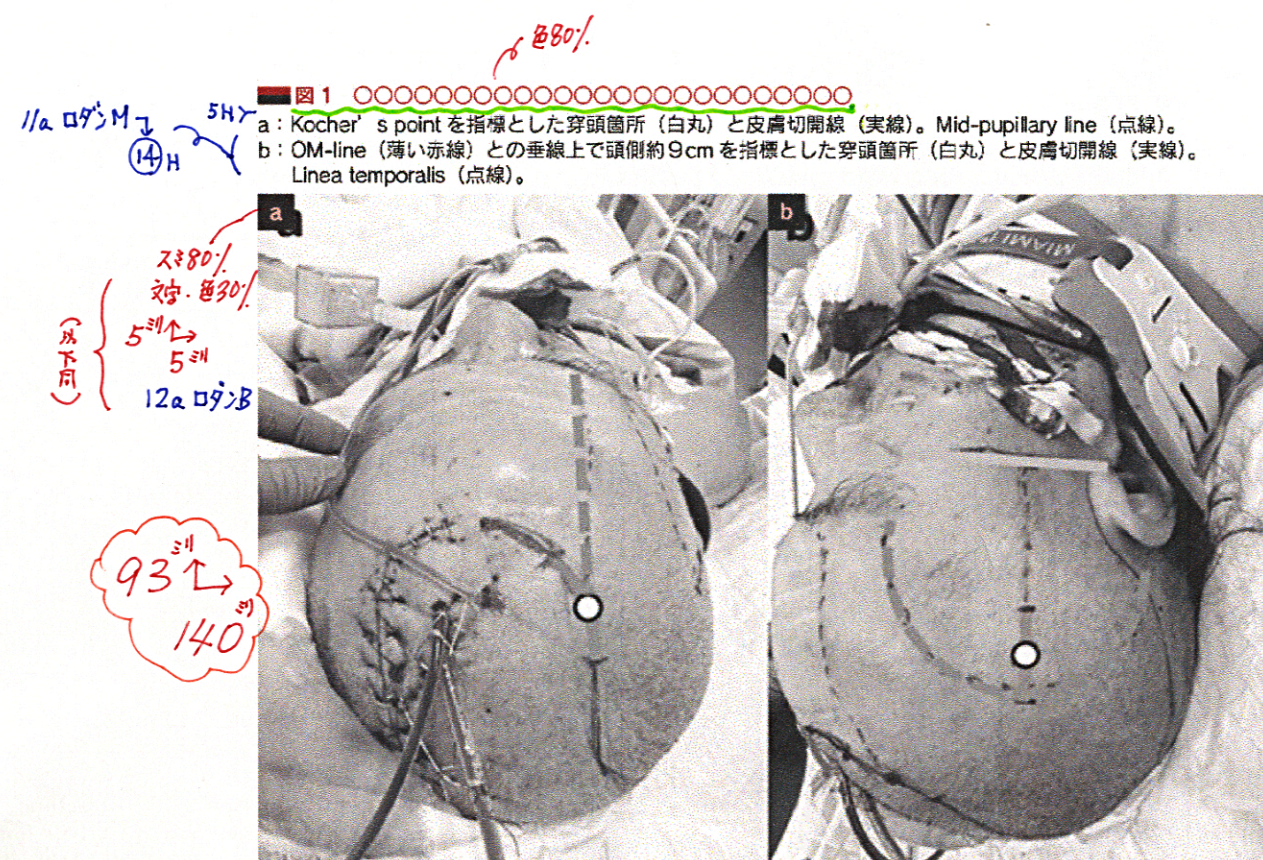
位置：外耳孔と眼窩中央(外眼角)を結ぶ線〔orbitomeatal base line (OM-line)〕の垂線上で頭側へ約9cm(成人の場合)、linea temporalisより尾側1cmを目安として、耳介上方の側頭鱗部、側頭窩内で、予定する皮切・骨弁のおおよそ中央。

利点：同部位は頭蓋骨が薄く、穿頭時間が短くてすむ。血腫の最厚部に近いことが多く、効率的に血腫を排出できる。また、症例に応じてburr holeを追加して極小開頭とし、根治的な血腫除去〔hematoma irrigation with trephination therapy (HITT)〕へ移行することが可能である。さらに同一のburr holeを利用し、内視鏡下血腫除去術へ移行する戦略も検討される。

1.2aキは、しないこと。  
3カ所

1.2aキとする場合は  
次ページの写真を1.2分下げ  
"おわり"を右端から  
お願います。





注意点：浅側頭動脈（STA）損傷や、側頭筋からの出血に注意が必要。

### 戦略的ドレナージ

我々は、穿頭術後は血腫腔に太径のドレナージチューブを留置し、持続的に用手的ドレナージを行っている。これによりICPを管理しつつ、根治術までの時間を稼ぐ。先述のとおり、受傷後超急性期の線溶亢進期においては、穿頭ドレナージと並行して止血・輸血による凝固能を補正し、病態の変化を見据えて根治術へ安全に移行するという治療戦略を実施している<sup>17)</sup>。平時からチームで治療方法について情報共有し、シミュレーションなどを通じて器材配置・役割分担・実施手順を標準化しておくことが、迅速な意思決定と安全かつ迅速な手術実施には必須であると考え。

### おわりに

重症頭部外傷において、初療を担う救急医・集中治療医が脳神経外科医と「脳指向型蘇生」

の視点を完全に共有することは極めて重要である。全身状態および凝固能をすみやかに最適化し、脳外科医が最適なタイミングで的確な外科的介入を行うことが重要である。この相互理解と信頼に基づく連携こそが、超急性期管理における実質的なタスクシフトを可能にし、救命率向上と医療の持続可能性を両立させる鍵となる。

本稿が、診療科の垣根を越えた強固なチーム医療を構築し、1人でも多くの患者の神経予後を改善する一助となれば幸いである。

文献 1/2a 見出し MB 31 20H

1. 日本外傷学会, 日本救急医学会, 日本脳神経学会, 日本脳神経学会外傷初期診療ガイドライン改訂第6版編集委員会編. 外傷初期診療ガイドライン JATEC 改訂第6版. 東京: へんす出版, 2021.
2. 日本脳神経外科学会, 日本脳神経外科学会監, 頭部外傷治療・管理のガイドライン作成委員会編. 頭部外傷治療・管理のガイドライン 第4版. 東京: 医学書院, 2019.
3. Carney N, Totten AM, O'Reilly C, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury, fourth edition. Neurosurgery 2017; 80: 6-15. PMID: 27654000
4. Lee JW, Wang W, Rezk A, et al. Hypotension and adverse outcomes in moderate to severe traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis. JAMA Netw Open 2024; 7: e2444465. PMID: 39527054

sis. JAMA Netw Open 2024; 7: e2444465. PMID: 39527054

5. Spaite DW, Hu C, Bobrow BJ, et al. Optimal out-of-hospital blood pressure in major traumatic brain injury: a challenge to the current understanding of hypotension. Ann Emerg Med 2022; 80: 46-59. PMID: 35339285
6. Jahns FP, Miroz JP, Messerer M, et al. Quantitative pupillometry for the monitoring of intracranial hypertension in patients with severe traumatic brain injury. Crit Care 2019; 23: 155. PMID: 31046817
7. Zeiler FA, Teitelbaum J, West M, et al. The ketamine effect on ICP in traumatic brain injury. Neurocrit Care 2014; 21: 163-73. PMID: 24515638
8. CRASH-3 trial collaborators. Effects of tranexamic acid on death, disability, vascular occlusive events and other morbidities in patients with acute traumatic brain injury (CRASH-3): a randomised, placebo-controlled trial. Lancet 2019; 394: 1713-23. PMID: 31623894
9. Yokobori S, Sasaki K, Shibata A, et al. Initial management of traumatic brain injury: to reduce preventable trauma death. Jpn J Neurosurg (Tokyo) 2021; 30: 712-9. PMID: 38318008
10. Suehiro E, Shiomi N, Yatsushige H, et al. The current status of reversal therapy in Japan for elderly patients with head injury treated with antithrombotic agents: a prospective multicenter observational study. Heliyon 2024; 10: e25193. PMID: 38318008
11. Nakae R, Takayama Y, Kuwamoto K, et al. Time course of coagulation and fibrinolytic parameters in patients with traumatic brain injury. J Neurotrauma 2016; 33: 688-95. PMID: 26414158
12. Nakae R, Murai Y, Morita A, et al. Coagulopathy and traumatic brain injury: overview of new diagnostic and therapeutic strategies. Neurol Med Chir (Tokyo) 2022; 62: 262-9. PMID: 35466118
13. Nakae R, Murai Y, Takayama Y, et al. Neurointensive care of traumatic brain injury patients based on coagulation and fibrinolytic parameter monitoring. Neurol Med Chir (Tokyo) 2022; 62: 535-41. PMID: 36223950
14. Holcomb JB, Tilley BC, Baraniuk S, et al. Transfusion of plasma, platelets, and red blood cells in a 1:1:1 vs a 1:1:2 ratio and mortality in patients with severe trauma: the PROPPR randomized clinical trial. JAMA 2015; 313: 471-82. PMID: 25647203
15. Taccone FS, Rynkowski CB, Moller K, et al. Restrictive vs liberal transfusion strategy in patients with acute brain injury: the TRAIN randomized clinical trial. JAMA 2024; 332: 1623-33. PMID: 39382241
16. Larcipretti ALL, Udoma-Udofa OC, Gomes FC, et al. Transfusion practices in traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Crit Care Med 2025; 53: e963-72. PMID: 39878558
17. Nakae R, Yokobori S, Takayama Y, et al. A retrospective study of the effect of fibrinogen levels during fresh frozen plasma transfusion in patients with traumatic brain injury. Acta Neurochir (Wien) 2019; 161: 1943-53. PMID: 31309303
18. Sabouri M, Vahidian M, Sourani A, et al. Efficacy and safety of fibrinogen administration in acute post-traumatic hypofibrinogenemia in isolated severe traumatic brain injury: a randomized clinical trial. J Clin Neurosci 2022; 101: 204-11. PMID: 35642832
19. Davis PK, Musunuru H, Walsh M, et al. Platelet dysfunction is an early marker for traumatic brain injury-induced coagulopathy. Neurocrit Care 2013; 18: 201-8. PMID: 22847397
20. Holcomb JB, del Junco DJ, Fox EE, et al. The prospective, observational, multicenter, major trauma transfusion (PROMTTT) study: comparative effectiveness of a time-varying treatment with competing risks. JAMA Surg 2013; 148: 127-36. PMID: 23560283
21. Metcalf RA, Nahiriak S, Guyatt G, et al. Platelet transfusion: 2025 AABB and ICTMG international clinical practice guidelines. JAMA 2025; 334: 606-17. PMID: 40440268
22. Davenport R, Curry N, Fox EE, et al. Early and empirical high-dose cryoprecipitate for hemorrhage after traumatic injury: the CRYOSTAT-2 randomized clinical trial. JAMA 2023; 330: 1882-91. PMID: 37824155
23. Winearls J, Wulschlegel M, Wake E, et al. Fibrinogen early in severe trauma study (FEISTY): results from an Australian multicentre randomised controlled pilot trial. Crit Care Resusc 2021; 23: 32-46. PMID: 38046391
24. Wray JP, Bridwell RE, Schauer SG, et al. The diamond of death: hypocalcemia in trauma and resuscitation. Am J Emerg Med 2021; 41: 104-9. PMID: 33421674
25. Giancarelli A, Birrer KL, Alban RF, et al. Hypocalcemia in trauma patients receiving massive transfusion. J Surg Res 2016; 202: 182-7. PMID: 27083965
26. Rossaint R, Afshari A, Bouillon B, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: sixth edition. Crit Care 2023; 27: 80. PMID: 36859355

16. Larcipretti ALL, Udoma-Udofa OC, Gomes FC, et al. Transfusion practices in traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Crit Care Med 2025; 53: e963-72. PMID: 39878558
17. Nakae R, Yokobori S, Takayama Y, et al. A retrospective study of the effect of fibrinogen levels during fresh frozen plasma transfusion in patients with traumatic brain injury. Acta Neurochir (Wien) 2019; 161: 1943-53. PMID: 31309303
18. Sabouri M, Vahidian M, Sourani A, et al. Efficacy and safety of fibrinogen administration in acute post-traumatic hypofibrinogenemia in isolated severe traumatic brain injury: a randomized clinical trial. J Clin Neurosci 2022; 101: 204-11. PMID: 35642832
19. Davis PK, Musunuru H, Walsh M, et al. Platelet dysfunction is an early marker for traumatic brain injury-induced coagulopathy. Neurocrit Care 2013; 18: 201-8. PMID: 22847397
20. Holcomb JB, del Junco DJ, Fox EE, et al. The prospective, observational, multicenter, major trauma transfusion (PROMTTT) study: comparative effectiveness of a time-varying treatment with competing risks. JAMA Surg 2013; 148: 127-36. PMID: 23560283
21. Metcalf RA, Nahiriak S, Guyatt G, et al. Platelet transfusion: 2025 AABB and ICTMG international clinical practice guidelines. JAMA 2025; 334: 606-17. PMID: 40440268
22. Davenport R, Curry N, Fox EE, et al. Early and empirical high-dose cryoprecipitate for hemorrhage after traumatic injury: the CRYOSTAT-2 randomized clinical trial. JAMA 2023; 330: 1882-91. PMID: 37824155
23. Winearls J, Wulschlegel M, Wake E, et al. Fibrinogen early in severe trauma study (FEISTY): results from an Australian multicentre randomised controlled pilot trial. Crit Care Resusc 2021; 23: 32-46. PMID: 38046391
24. Wray JP, Bridwell RE, Schauer SG, et al. The diamond of death: hypocalcemia in trauma and resuscitation. Am J Emerg Med 2021; 41: 104-9. PMID: 33421674
25. Giancarelli A, Birrer KL, Alban RF, et al. Hypocalcemia in trauma patients receiving massive transfusion. J Surg Res 2016; 202: 182-7. PMID: 27083965
26. Rossaint R, Afshari A, Bouillon B, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: sixth edition. Crit Care 2023; 27: 80. PMID: 36859355

利益相反 (COI): ○○ 13a ヲラダ/明報 (W3) 22.5 H