

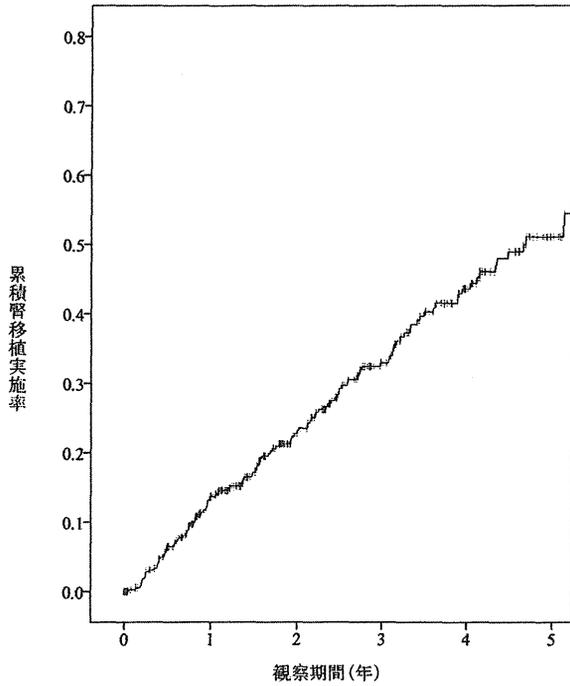
表5 原因疾患の割合と初回腎代替療法開始年齢, 男性割合

| 原疾患 | 患者数 (人) | 割合 (%) | 初回腎代替療法 開始時年齢 中央値(歳) | 男性 (人) | 男性割合 (%) |
|----------------------|------------|-----------|----------------------------|-----------|-------------|
| 低形成・異形成腎 | 164 | 30.3 | 9.5 | 110 | 67.1 |
| 巣状分節性糸球体硬化症 | 66 | 12.2 | 12.6 | 42 | 63.6 |
| 閉塞性腎症 | 37 | 6.9 | 7.7 | 26 | 70.3 |
| 遺伝性腎障害 ^a | 29 | 5.4 | 11.1 | 17 | 58.6 |
| ネフロン癆 | 28 | 5.2 | 10.4 | 13 | 46.4 |
| 先天性ネフローゼ症候群 | 25 | 4.6 | 0.9 | 9 | 36.0 |
| 多発性嚢胞腎 | 24 | 4.4 | 5.2 | 8 | 33.3 |
| 慢性腎炎 ^b | 21 | 3.9 | 15.3 | 15 | 71.4 |
| アルポート症候群 | 16 | 3.0 | 15.4 | 13 | 81.3 |
| 急性腎不全 | 16 | 3.0 | 8.1 | 10 | 63.5 |
| 逆流性腎症 | 14 | 2.6 | 15.4 | 11 | 78.6 |
| 非遺伝性腎障害 ^c | 13 | 2.4 | 7.5 | 10 | 76.9 |
| 急速進行性腎炎 | 10 | 1.9 | 11.0 | 3 | 30.0 |
| 皮質壊死(周産期) | 9 | 1.7 | 1.7 | 2 | 22.2 |
| 溶血性尿毒症症候群 | 9 | 1.6 | 5.7 | 2 | 22.2 |
| ウィルムス腫瘍 | 8 | 1.5 | 3.2 | 2 | 25.0 |
| 薬剤性腎障害 | 4 | 0.7 | 8.2 | 3 | 75.0 |
| 神経因性膀胱 | 3 | 0.6 | 14.5 | 1 | 33.3 |
| 特発性間質性腎炎 | 3 | 0.6 | 14.5 | 1 | 33.3 |
| 膜性腎症 | 1 | 0.2 | 15.3 | 1 | 100.0 |
| ループス | 0 | 0 | - | 0 | 0.0 |
| 不明 | 18 | 3.3 | 13.8 | 10 | 55.6 |
| 未記載 | 22 | 4.1 | 11.6 | 13 | 59.1 |

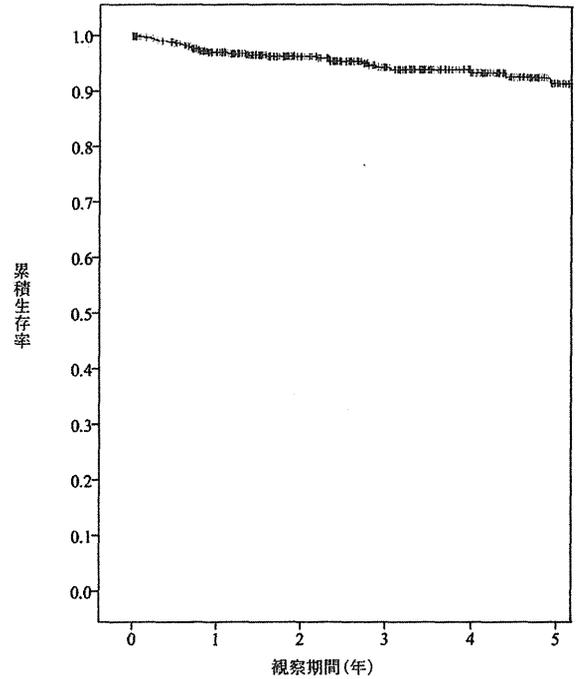
- a: このリストに書かれていない遺伝性のもの
 b: IgA 腎症, 紫斑病性腎炎, 膜性増殖性糸球体腎炎等
 c: このリストに書かれていない非遺伝性のもの

表6 腎代替療法が開始された530例の腎移植実施率(腎移植件数/100観察人年)

| 年齢区分 | 症例数 (人) | 腎移植実施症例数 (人) | 総観察期間 (年) | 腎移植実施率 (件数/100観察人年) |
|--------|------------|-----------------|--------------|------------------------|
| 0~4歳 | 155 | 48 | 370.3 | 13 |
| 5~9歳 | 98 | 59 | 156.8 | 38 |
| 10~14歳 | 161 | 87 | 237.0 | 37 |
| 15~19歳 | 116 | 58 | 178.1 | 33 |
| 0~19歳 | 530 | 252 | 942.2 | 27 |



Number at risk 412 298 204 130 74 33
 図2 初回腎代替療法で透析療法を選択した412例の累積腎移植実施率曲線



Number at risk 530 441 335 236 163 87
 図3 腎代替療法を開始した530例の累積生存率曲線

表7 透析療法が開始された412例の腎移植実施率(腎移植件数/100観察人年)

| 年齢区分 | 症例数(人) | 腎移植実施症例数(人) | 総観察期間(年) | 腎移植率(件数/100観察人年) |
|--------|--------|-------------|----------|------------------|
| 0~4歳 | 151 | 44 | 370.3 | 12 |
| 5~9歳 | 66 | 27 | 156.8 | 17 |
| 10~14歳 | 114 | 40 | 237.0 | 17 |
| 15~19歳 | 81 | 23 | 178.1 | 13 |
| 0~19歳 | 412 | 134 | 942.2 | 14 |

表8 腎代替療法が開始された530例の死亡率(死亡件数/1000観察人年)

| 年齢区分 | 症例数(人) | 死亡症例数(人) | 総観察期間(年) | 死亡率(件数/1000観察人年) |
|--------|--------|----------|----------|------------------|
| 0~4歳 | 155 | 19 | 457.5 | 41.5 |
| 5~9歳 | 98 | 1 | 304.7 | 3.3 |
| 10~14歳 | 161 | 6 | 444.4 | 13.5 |
| 15~19歳 | 116 | 2 | 333.6 | 6.0 |
| 0~19歳 | 530 | 28 | 1540.2 | 18.2 |

表9 透析療法が開始された412例の死亡率(死亡件数/1000 観察人年)

| 年齢区分 | 症例数 (人) | 死亡症例数 (人) | 総観察期間 (年) | 死亡率 (件数/1000 観察人年) |
|---------|------------|--------------|--------------|-----------------------|
| 0~4 歳 | 155 | 19 | 445.7 | 42.6 |
| 5~9 歳 | 98 | 1 | 222.0 | 4.5 |
| 10~14 歳 | 161 | 6 | 324.7 | 18.5 |
| 15~19 歳 | 116 | 2 | 218.9 | 9.1 |
| 0~19 歳 | 412 | 28 | 1211.3 | 23.1 |

5~19 歳の年齢群の死亡率は 11.8 死亡件数 / 1000 観察人年

表10 死因と死亡時腎代替療法

| 死因 | 人数 (人) | 死亡時腎代替療法 | |
|---------------------|-----------|----------|------|
| | | 血液透析 | 腹膜透析 |
| 敗血症 | 7 | 1 | 6 |
| 肺炎 | 1 | 0 | 1 |
| 百日咳 肺高血圧症 | 1 | 0 | 1 |
| RS ウイルス感染 急性呼吸窮迫症候群 | 1 | 0 | 1 |
| 真菌性腹膜炎 間質性肺炎 | 1 | 0 | 1 |
| 心不全 | 5 | 1 | 4 |
| 急性肺炎 | 1 | 0 | 1 |
| 消化管出血 | 1 | 1 | 0 |
| 間質性肺炎 | 1 | 0 | 1 |
| DIC, 多臓器不全 | 1 | 1 | 0 |
| Bruton 型無ガンマグロブリン血症 | 1 | 1 | 0 |
| コケイン症候群 | 1 | 0 | 1 |
| 不明 | 4 | 0 | 4 |
| 未記載 | 2 | 0 | 2 |
| 計 | 28 | 5 | 23 |

数/1000 観察人年)を表8に示したが、0~4歳の年齢群で死亡率は41.5(件数/1000 観察人年)と高かった。

また、初回腎代替療法でPDかHDを選択した412例の死亡率は、0~4歳の年齢群で42.6死亡件数/1000 観察人年、5~19歳の年齢群で11.8死亡件数/1000 観察人年であった(表9)。

さらに、死亡した28例の死因と死亡時の腎代替療法の種類を表10に示した。死亡原因として感染症が最も多く11例(39.3%)、次いで心不全5例(17.9%)であった。

考 察

日本小児腎臓病学会統計調査委員会は、関連学会の協

力のもと、2006年以降中断されていた小児ESKD患者全国疫学調査を実施し、2006年から2011年末までの6年間の20歳未満の小児ESKD患者の実態把握を行った。以前、1998年から1999年末までの2年間の20歳未満の小児ESKD患者の実態把握調査が実施されているため、この1998年・1999年調査結果と比較検討しながら、また、適宜、国際比較を行いながら、今回の調査結果を報告する。

1) 調査の回収について

今回の疫学調査の一次調査の回収率は99.6%(770/773 施設・診療科)、二次調査の回収率は93.2%(136/146 施

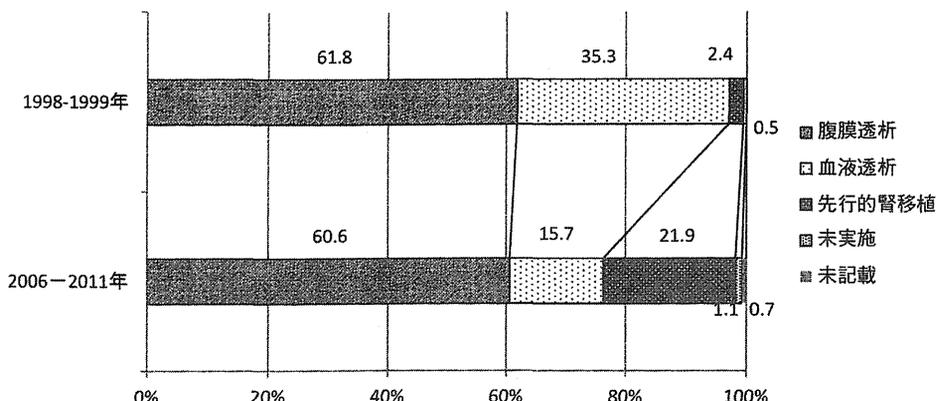


図4 初回腎代替療法の選択：1998年～1999年の2年間との比較

設・診療科)で、136の施設・診療科から合計540例の登録があった。一方、1998年調査の一次調査の回収率は61.7%(2050/3324施設・診療科)、二次調査では69施設・診療科から105例の登録が³⁾⁵⁾、1999年調査の一次調査の回収率は59.1%(2007/3394施設・診療科)、二次調査では88施設・診療科から102例の登録があった⁴⁾⁵⁾。

今回の調査では、20歳未満の小児ESKD患者が診療されている可能性のある施設・診療科を事前に選定したこと、調査項目を必要最小限に限定したこと、そして委員会メンバーによる献身的な回収努力の結果、高い回収率が得られたと思われる。

2) 症例数、性差、発生率(incidence)について

5～9歳の発生が最も少なく、男児が女児より多い結果は今回の調査も1998年・1999年調査³⁾⁵⁾と同様であった。さらに20歳未満の小児ESKD患者の発生率(incidence)は約4 pmarpと1998年・1999年調査と変わらず³⁾⁵⁾、また欧米先進国(米国15.5 pmarp¹⁰⁾、欧州11か国9.5 pmarp¹¹⁾)と比べてかなり低いことが改めて確認された。成人の新規腎代替療法導入患者数が最も多い国のベスト3は、台湾、米国、そして日本であるため¹²⁾、なぜ日本人小児のESKD発生率(incidence)が低いのかについては、その理由を明らかにすべき懸案事項である²⁾。

3) 原因疾患について

頻度が高い疾患は、低形成・異形成腎(30.3%)、巣状分節性糸球体硬化症(12.2%)であり、1998年・1999年調査³⁾⁵⁾と同様であった。ただし、1998年・1999年調査では巣状分節性糸球体硬化症は19.3%であり⁵⁾、巣状分節性糸球体硬化症が原因で小児期にESKDへ進行する症例

は最近の治療法の進歩¹³⁾により減少しているかもしれない。また慢性腎炎の頻度も1998年・1999年調査では11.6%であったが⁵⁾、今回の調査では3.9%であった。このように腎疾患の診断や治療の進歩を把握する点で、原因疾患の経年的変化を検討する意義は大きいと思われる。

また、原因疾患をしっかりと国際比較することで日本人小児のESKD発生率(incidence)が低い理由が明らかになるかもしれない。実際、各国の医療レベルや人種差などにより、小児ESKD症例の原因疾患は国ごとで大きく異なることが知られている¹⁾。例えば、ESKDの原因疾患として、発展途上国では感染症による腎症例が多数みられ、またフィンランドでは先天性ネフローゼ症候群が多い¹⁾。しかしながら、原因疾患の分類や定義に関して、国内外で統一されていないのが問題であり、今後解決すべき課題である¹²⁾。

4) 腎代替療法の選択について

今回の調査では21.9%の症例で先行的腎移植が実施されており、1998年・1999年調査の2.4%⁵⁾と比べて大幅な増加が認められた(図4)。先行的腎移植の割合は、欧州で21%、米国で17%と報告されており²⁾、ようやく欧米並みになったことが今回の調査で確認された。実際、日本小児腎移植臨床統計小委員会からの報告によると、小児先行的腎移植は2001年以降増加し、2004年以降は20%以上、2004年から2007年までの4年間の平均は24.1%であったとされている¹⁴⁾。

5) 腎移植実施率について

今回の調査で腎代替療法を開始した530例の腎移植実

施率は27腎移植件数/100観察人年であったが、1998年・1999年調査の10³⁾、7⁴⁾腎移植件数/100観察人年と比べて大幅に増加していた。この増加は主に先行的腎移植の増加によるものと思われる。

また、透析療法が開始された412例の腎移植実施率は14腎移植件数/100観察人年であったが、1999年調査の10腎移植件数/100観察人年⁴⁾と比べてやや増加していた。

米国では腎代替療法開始後1年以内に約38%の症例が腎移植を受けたと報告されているが¹⁰⁾、今回の調査では30.2%であった。以前と比べて米国のレベルに近づきつつあるが、未だ開きがある。その差の主な原因は献腎移植数の違いではないかと思われるが、この点についてもさらに検討が必要である。

6) 死亡率、死因について

今回の調査で腎代替療法を開始した530例の死亡率は18.2死亡件数/1000観察人年で、1998年・1999年調査の15.6³⁾、22⁴⁾死亡件数/1000観察人年と比べて変化はみられなかった。

欧米での死亡率は13~18死亡件数/1000観察人年で過去15年間ほとんど変化がないこと²⁾、0~4歳の年齢群の死亡率が高いこと¹⁰⁾、そして主な死因は心血管疾患と感染症とされており²⁾、今回の調査でも同様な結果であった。

なお、2006年~2010年に透析療法が開始された症例の米国からのコホート研究では、小児透析患者の死亡率は、0~4歳の年齢群で83.4死亡件数/1000観察人年、5~19歳の年齢群で25.9死亡件数/1000観察人年であった¹⁵⁾。今回の調査では、0~4歳の年齢群の死亡率は42.6死亡件数/1000観察人年、5~19歳の年齢群では11.8死亡件数/1000観察人年であったことから、米国より生命予後がよい可能性がある。しかしながら、日本人小児ESKD患者の死亡率、死亡原因、リスク因子等については、さらなる検討が必要な事項である。

7) 本疫学調査の限界について

回収率は高かったものの、本疫学調査結果のなかでも気になる点は、15~19歳の年齢群の症例数が少なかったことである。15~19歳の年齢群の発生率(incidence)は他の年齢群の発生率(incidence)に比べて高いことはよく知られた事項である²⁾。今回の調査は2012年に過去6年間の新規発生例を後方視的に調査したため、特に2006年や2008年では症例の把握が不十分となった可能性は否定

できない。また、調査対象施設・診療科を絞りすぎたために、15~19歳症例の把握が不十分になった可能性も考えられる。そのため、調査対象施設・診療科の選定に関して、第2回目以降の調査でさらに検討する必要があると考えている。

8) 本疫学調査の意義と今後の予定について

本疫学調査の意義として、関連学会と協調して全国調査を実施したことがあげられる。1998年・1999年調査では、それぞれ3,324、3,394の施設・診療科に調査用紙を郵送し、そして69、88施設・診療科から症例の登録を得たのに対し³⁾⁵⁾、今回の調査では、773の施設・診療科に調査用紙を郵送し、136の施設・診療科から症例の登録が得られた。このように、関連学会、とくに日本透析医学会や日本臨床腎移植学会との連携の重要性が確認された。

もう一つの意義は、本邦小児ESKD患者に関するデータベース構築の第一歩が踏み出せたことである。今後データが集積されれば、サブ解析が可能となり、臨床に直結したより有益な解析が実施され得るものと期待される。

今後の予定として、2012年と2013年の2年間の新規発生例の調査、ならびに今回の調査で把握された2006年から2011年の6年間に新規発生した540例の追跡調査を2014年春に実施する予定である。

結 語

日本小児腎臓病学会統計調査委員会は、2006年から2011年末までの6年間の20歳未満の小児ESKD患者の実態把握を目的として、関連学会の協力のもと、全国疫学調査を実施した。

小児ESKD患者の疫学をしっかりと把握することは小児CKD対策の点からも重要であり、今後さらに推し進めていく必要がある。

謝辞：一次調査にご協力頂いた全国770の施設・診療科の先生方、さらに二次調査にご協力頂いた136の施設・診療科の先生方(表11)に心よりお礼申し上げます。

また本疫学調査にご協力頂いた関連学会に深謝いたします。

利益相反に関する開示事項：

本調査は日本小児腎臓病学会事業として実施された。
利益相反に関する開示すべき事項なし。

表 11 二次調査にご協力頂いた施設・診療科(都道府県別)

| 都道府県 | 施設名 | 科名 | 都道府県 | 施設名 | 科名 |
|------|---------------------------|--------------|---------------------------|----------------|------------------|
| 北海道 | 北海道大学病院 | 泌尿器科 | 神奈川県 | 帝京大学医学部附属病院 | 小児科 |
| | 旭川医科大学 | 小児科 | | 東邦大学医療センター大森病院 | 小児腎臓学講座 |
| | 独立行政法人国立病院機構 北海道医療センター | 小児科 | | 東邦大学医療センター大森病院 | 小児科 |
| | 社会医療法人母恋日鋼記念病院 | 腎センター 透析室 | | 国立成育医療研究センター | 腎臓・リウマチ・ 膠原病科 |
| | 留萌市立病院 | 泌尿器科 | | 東京都立小児総合医療センター | 腎臓内科 |
| | 市立札幌病院 | 腎臓移植外科 | | 公立福生病院 | 小児科 |
| | 手稲溪仁会病院 | 小児科 | | 北里大学病院 | 小児科 |
| | JA 北海道厚生連帯広厚生病院 | 第2内科 | | 聖マリアンナ医科大学 | 腎臓・高血圧内科 |
| | 弘前大学医学部附属病院 | 小児科 | | 昭和大学藤が丘病院 | 小児科 |
| | 昭和大学横浜市北部病院こどもセンター | | | | |
| 青森県 | 岩手医科大学 | 小児科 | 東海大学医学部 | 専門診療学系小児科 | |
| | 岩手医科大学 | 小児科 | 神奈川県立こども医療センター | 感染免疫科 | |
| 岩手県 | 東北大学病院 | 小児科 | 横浜市立大学医学部附属 市民総合医療センター | 小児科 | |
| | 地方独立行政法人宮城県立 こども病院 | 総合診療科 | 横浜市立大学医学部附属 市民総合医療センター | 泌尿器・腎移植科 | |
| 宮城県 | 仙台赤十字病院 | 小児科 | 静岡県 | 静岡県立こども病院 | 腎臓内科 |
| | 仙台社会保険病院 | 外科 | | 聖隷浜松病院 | 小児科 |
| 山形県 | 特定医療法人健腎会おがわクリニック | | 愛知県 | 藤田保健衛生大学 | 泌尿器科 |
| | 山形大学医学部附属病院 | 小児科 | | 愛知医科大学 | 腎臓・リウマチ 膠原病内科 |
| 山形県 | 置賜広域病院組合 公立置賜総合病院 | 人工透析室 | あいち小児保健医療総合センター | 腎臓科 | |
| | 福島県立医科大学附属病院 | 小児科 | 名古屋第二赤十字病院 | 小児腎臓科 | |
| 福島県 | いわき市立総合磐城共立病院 | 小児科 | 社会保険中京病院 | 小児科 | |
| | 新潟大学医歯学総合病院 | 小児科 | 三重県 | 市立四日市病院 | 小児科 |
| 新潟県 | 新潟県立吉田病院 | 小児科 | 滋賀県 | 滋賀医科大学病院 | 小児科 |
| | 石川大学附属病院 | 小児科 | 京都府 | 京都大学医学部附属病院 | 腎臓内科 |
| 石川県 | 金沢医科大学 | 腎臓内科 | 京都府立医科大学附属病院 | 小児循環器腎臓科 | |
| | 国立病院機構金沢医療センター | 小児科 | 京都市立病院 | 小児科 | |
| 福井県 | 福井県立病院 | 小児科 | 舞鶴医療センター | 小児科 | |
| | 福井赤十字病院 | 小児科 | 大阪府 | 大阪大学医学部附属病院 | 小児科 |
| 富山県 | 富山大学 | 小児科 | 大阪市立大学医学部附属病院 | 泌尿器科 | |
| | 富山市立富山市民病院 | 小児科 | 関西医科大学附属枚方病院 | 小児科 | |
| 長野県 | 信州大学附属病院 | 小児科 | 近畿大学 | 泌尿器科 | |
| | 長野赤十字病院 | 小児科 | 大阪医科大学 | 小児科 | |
| 群馬県 | 群馬大学医学部附属病院 | 小児科 | 大阪府立母子保健総合医療センター | 腎・代謝科 | |
| | さるきクリニック | | 大阪市立総合医療センター | 小児総合診療科 | |
| 茨城県 | 筑波大学附属病院 | 小児科 | 兵庫県 | 神戸大学医学部附属病院 | 小児科 |
| | 国立病院機構水戸医療センター | 小児科 | 神戸大学医学部附属病院 | 泌尿器科 | |
| 栃木県 | 自治医科大学 | 小児科 | 兵庫医科大学病院 | 小児科 | |
| | とちぎ子ども医療センター | | 兵庫医科大学病院 | 腎・透析科 | |
| 埼玉県 | 足利赤十字病院 | 小児科 | 兵庫県立こども病院 | 腎臓内科 | |
| | 埼玉医科大学病院 | 腎臓内科 | 原泌尿器科病院 | 腎臓内科 | |
| 埼玉県 | 埼玉医科大学総合医療センター | 腎高血圧内科 | 奈良県立医科大学 | 泌尿器科 | |
| | 埼玉医科大学国際医療センター | 臓器移植センター | 和歌山県立医科大学 | 小児科 | |
| 千葉県 | 埼玉県立小児医療センター | 腎臓科 | 日本赤十字社和歌山医療センター | 腎臓内科 | |
| | 石川記念会川越駅前クリニック | | 徳島県 | 徳島大学 | 小児医学 |
| 千葉県 | 日本医科大学千葉北総病院 | 小児科 | 徳島赤十字病院 | 外科 | |
| | 千葉県立こども病院 | 腎臓科 | 香川県 | 香川大学医学部附属病院 | 循環器・腎臓・ 脳卒中内科 |
| 東京都 | 国立病院機構千葉東病院 | 小児科 | 香川大学医学部附属病院 | 泌尿器科 | |
| | みはま佐倉クリニック | 泌尿器科 | 高松赤十字病院 | 小児科 | |
| 東京都 | 日本医科大学付属病院 | 腎臓内科 | 香川小児病院 | 小児科 | |
| | 東京医科歯科大学医学部附属病院 | 小児科 | 市立宇和島病院 | 小児科 | |
| 東京都 | 東京医科大学病院 | 小児科 | | | |
| | 東京女子医科大学病院 | 腎臓小児科 | | | |
| | 昭和大学 | 小児科 | | | |

表 11 二次調査にご協力頂いた施設・診療科(都道府県別)(続き)

| 都道府県 | 施設名 | 科名 | 都道府県 | 施設名 | 科名 |
|------|----------------|----------|------|---------------|---------|
| 高知県 | 高知大学医学部附属病院 | 小児科 | | 九州大学病院 | 腎疾患治療部 |
| | 高知医療センター | 小児科 | | 九州大学病院 | 小児科 |
| 岡山県 | 岡山大学病院 | 小児科 | | 福岡市立こども病院・ | 腎疾患科 |
| | 川崎医科大学附属病院 | 腎臓内科 | | 感染症センター | |
| | 国立病院機構岡山医療センター | 小児科 | | 福岡赤十字病院 | 小児科 |
| | 国立病院機構岡山医療センター | 小児外科 | | 済生会八幡総合病院 | 腎センター |
| | 重井医学研究所附属病院 | 小児科 | 佐賀県 | 佐賀大学医学部附属病院 | 小児科 |
| | 倉敷中央病院 | 小児科 | 長崎県 | 長崎大学病院 | 小児科 |
| 広島県 | 県立広島病院 | 小児腎臓科 | 熊本県 | 熊本大学附属病院 | 小児科 |
| | 県立広島病院 | 移植外科 | | 熊本赤十字病院 | 小児科 |
| | 中央内科クリニック | 内科 | | 熊本中央病院 | 小児科 |
| 鳥取県 | 鳥取大学医学部附属病院 | 小児科 | 大分県 | 大分大学医学部附属病院 | 小児科 |
| | 鳥取県立中央病院 | 小児科 | | 大分大学医学部附属病院 | 腎臓外科・ |
| 島根県 | 島根大学医学部附属病院 | 小児科 | | | 泌尿器科 |
| | 島根大学医学部附属病院 | 泌尿器科 | 宮崎県 | 宮崎大学 | 小児科 |
| 山口県 | 山口大学医学部附属病院 | 小児科 | 鹿児島県 | 鹿児島大学病院 | 小児科 |
| 福岡県 | 福岡大学病院 | 小児科 | | 鹿児島大学病院 | 血液浄化療法部 |
| | 福岡大学病院 | 腎臓・膠原病内科 | 沖縄県 | 沖縄県立南部医療センター・ | 小児腎臓科 |
| | 久留米大学医療センター | 小児科 | | こども医療センター | |

文 献

- 1) Warady BA, Chadha V: Chronic kidney disease in children: the global perspective. *Pediatr Nephrol* 2007; 22: 1999-2009.
- 2) Harambat J, van Stralen KJ, Kim JJ, Tizard EJ: Epidemiology of chronic kidney disease in children. *Pediatr Nephrol* 2012; 27: 363-373.
- 3) Hattori S, Yosioka K, Honda M, Ito H; Japanese Society for Pediatric Nephrology: The 1998 report of the Japanese National Registry data on pediatric end-stage renal disease patients. *Pediatr Nephrol* 2002; 17: 456-461.
- 4) 服部新三郎, 吉岡加寿夫, 本田雅敬, 伊藤 拓: 2000 年小児末期腎不全調査. *日児腎誌* 2001; 14: 165-173.
- 5) 服部新三郎, 吉岡加寿夫, 本田雅敬, 伊藤 拓: 日本における小児末期腎不全の現況. *小児科* 2002; 43: 57-64.
- 6) 服部新三郎, 吉川徳茂, 市川家國, 本田雅敬, 五十嵐隆: 我が国の小児末期腎不全調査—1998 年から 2002 年—. *日児腎誌* 2004; 17: 121-130.
- 7) 服部新三郎: 小児腎不全の疫学調査. *臨床透析* 2005; 21: 1315-1322.
- 8) 服部元史, 五十嵐隆: 統計調査委員会設立の経緯と活動状況に関する報告. *日児腎誌* 2009; 22: 222-225.
- 9) 服部元史, 松永 明, 五十嵐徹, 伊丹儀友, 伊藤秀一, 上村 治, 大田敏之, 桑門克治, 佐々木聡, 里村憲一, 野津寛大, 波多江健, 幡谷浩史, 平松美佐子, 和田尚弘: 1998~2005 年までの期間発生した 15 歳未満の末期腎不全症例の 2007 年末の状態に関する追跡調査: 集計結果の報告. *日児腎誌* 2009; 22: 226-228.
- 10) United States Renal Data System (USRDS): Annual data report: atlas of chronic kidney disease and end-stage renal disease in the United States. <http://www.usrds.org/adr.aspx>. Accessed September 30, 2013
- 11) Registry ERA-EDTA ERA-EDTA Registry Annual Report 2008. Academic Medical Center, Department of Medical Informatics, Amsterdam, The Netherlands, 2010
- 12) 秋葉 隆, 山縣邦弘, 五十嵐徹, 井関邦敏, 石村栄治, 伊丹儀友, 今井圓裕, 笠井健司, 木全直樹, 剣持 敬, 古菌勉, 佐古まゆみ, 杉山 斉, 鈴木洋通, 田邊一成, 椿原美治, 中井 滋, 中山昌明, 西 慎一, 乳原善文, 服部元史, 桶之津史郎, 平松 信, 望月隆弘, 八木澤隆, 湯沢賢治, 横山 仁, 高原史郎, 吉村了勇, 本田雅敬, 松尾清一, 秋澤忠男: わが国の end-stage kidney disease (ESKD) の現況. *日腎会誌* 2013; 55: 6-15.
- 13) Hamasaki Y, Yoshikawa N, Hattori S, Sasaki S, Iijima K, Nakanishi K, Matsuyama T, Ishikura K, Yata N, Kaneko T, Honda M; Japanese Study Group of Renal Disease: Cyclosporine and steroid therapy in children with steroid-resistant nephrotic syndrome. *Pediatr Nephrol* 2009; 24: 2177-2185.
- 14) 服部元史, 三重野牧子, 相川 厚, 大島伸一, 宍戸清一郎, 高橋公太, 長谷川昭, 吉村了勇, 日本小児腎移植臨床統計小委員会: 本邦における小児先行的腎移植の状況. *日小児腎不全会誌* 2011; 31: 57-58.
- 15) Mitsnefes MM, Laskin BL, Dahhou M, Zhang X, Foster BJ: Mortality risk among children initially treated with dialysis for end-stage kidney disease, 1990-2010. *JAMA* 2013; 309: 1921-1929.

3D 立体映像の視聴に関する実態調査：多施設共同研究

仁科 幸子¹⁾, 若山 曉美²⁾, 三木 淳司³⁾, 内海 隆⁴⁾, 羅 錦營⁵⁾
林 孝雄⁶⁾, 臼井 千恵⁷⁾, 大月 洋⁸⁾, 宮田 学⁸⁾, 佐藤 美保⁹⁾
三村 治¹⁰⁾, 木村亜紀子¹⁰⁾, 菅澤 淳¹¹⁾, 中村 桂子¹¹⁾, 不二門 尚¹²⁾

¹⁾国立成育医療研究センター眼科, ²⁾近畿大学医学部眼科学教室, ³⁾川崎医科大学眼科学教室, ⁴⁾内海眼科医院, ⁵⁾ら(羅)眼科
⁶⁾帝京大学医療技術学部視能矯正学科, ⁷⁾帝京大学医学部眼科, ⁸⁾岡山大学大学院医歯薬学総合研究科眼科学
⁹⁾浜松医科大学医学部眼科学教室, ¹⁰⁾兵庫医科大学眼科学教室, ¹¹⁾大阪医科大学眼科学教室
¹²⁾大阪大学大学院医学系研究科医用工学講座感覚機能形成学

Viewing 3D Stereoscopic Images in Children and Adults with and without Strabismus : Multicenter Study in Japan

Sachiko Nishina¹⁾, Akemi Wakayama²⁾, Atsushi Miki³⁾, Takashi Utsumi⁴⁾, Kinei Ra⁵⁾
Takao Hayashi⁶⁾, Chie Usui⁷⁾, Hiroshi Ohtsuki⁸⁾, Manabu Miyata⁸⁾, Miho Sato⁹⁾
Osamu Mimura¹⁰⁾, Akiko Kimura¹⁰⁾, Jun Sugasawa¹¹⁾, Keiko Nakamura¹¹⁾ and Takashi Fujikado¹²⁾

¹⁾*Division of Ophthalmology, National Center for Child Health and Development*

²⁾*Department of Ophthalmology, Kinki University Faculty of Medicine*

³⁾*Department of Ophthalmology, Kawasaki Medical School*

⁴⁾*Utsumi Eye Clinic*

⁵⁾*Ra Eye Clinic*

⁶⁾*Department of Orthoptics, Teikyo University Faculty of Medical Technology*

⁷⁾*Department of Ophthalmology, Teikyo University School of Medicine*

⁸⁾*Department of Ophthalmology, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences*

⁹⁾*Department of Ophthalmology, Hamamatsu University School of Medicine*

¹⁰⁾*Department of Ophthalmology, Hyogo College of Medicine*

¹¹⁾*Department of Ophthalmology, Osaka Medical College*

¹²⁾*Department of Ophthalmology, Osaka University Graduate School of Medicine*

3D 立体映像の視聴に関する実態調査：多施設共同研究

仁科 幸子¹⁾, 若山 曉美²⁾, 三木 淳司³⁾, 内海 隆⁴⁾, 羅 錦營⁵⁾
 林 孝雄⁶⁾, 臼井 千恵⁷⁾, 大月 洋⁸⁾, 宮田 学⁸⁾, 佐藤 美保⁹⁾
 三村 治¹⁰⁾, 木村亜紀子¹⁰⁾, 菅澤 淳¹¹⁾, 中村 桂子¹¹⁾, 不二門 尚¹²⁾

¹⁾国立成育医療研究センター眼科, ²⁾近畿大学医学部眼科学教室, ³⁾川崎医科大学眼科学教室, ⁴⁾内海眼科医院, ⁵⁾ら(羅)眼科
⁶⁾帝京大学医療技術学部視能矯正学科, ⁷⁾帝京大学医学部眼科, ⁸⁾岡山大学大学院医歯薬学総合研究科眼科学
⁹⁾浜松医科大学医学部眼科学教室, ¹⁰⁾兵庫医科大学眼科学教室, ¹¹⁾大阪医科大学眼科学教室
¹²⁾大阪大学大学院医学系研究科医用工学講座感覚機能形成学

要 約

目 的：弱視斜視患者の 3D 映像視聴の障害につき検討する。

対象と方法：小児 6～19 歳，成人 20～39 歳の弱視斜視患者と正常者に対し，3D 映画，アトラクション，テレビ，ゲームの視聴経験と見え方，副症状について多施設でアンケート調査を行った。眼科検査所見を後ろ向きに調べ関連性を検討した。

結 果：総数 507 例，視聴経験あり 342 例のうち弱視斜視群は 212 例 (62%) であった。立体的に見えない比率は映画 17～18%，アトラクション 6～7%，テレビは小児 32%，成人 50%，ゲームは小児 23%，成人 17% であっ

た。副症状は映画，ゲームで成人 65%，75% にのぼり，小児 34%，26% に比べ高率であった ($p < 0.01$)。近見立体視 Fly (-) ではゲーム，輻湊不全では映画で立体的に見えない比率が高かった ($p < 0.05$)。

結 論：弱視斜視患者には 3D 視聴困難例が多く，適性を判断するため詳細な両眼視，輻湊検査を行う必要がある。(日眼会誌 117: 971-982, 2013)

キーワード：3D, 立体映像, 実態調査, 斜視, 多施設研究

Viewing 3D Stereoscopic Images in Children and Adults with and without Strabismus : Multicenter Study in Japan

Sachiko Nishina¹⁾, Akemi Wakayama²⁾, Atsushi Miki³⁾, Takashi Utsumi⁴⁾, Kinei Ra⁵⁾
 Takao Hayashi⁶⁾, Chie Usui⁷⁾, Hiroshi Ohtsuki⁸⁾, Manabu Miyata⁸⁾, Miho Sato⁹⁾
 Osamu Mimura¹⁰⁾, Akiko Kimura¹⁰⁾, Jun Sugawara¹¹⁾, Keiko Nakamura¹¹⁾ and Takashi Fujikado¹²⁾

¹⁾Division of Ophthalmology, National Center for Child Health and Development

²⁾Department of Ophthalmology, Kinki University Faculty of Medicine

³⁾Department of Ophthalmology, Kawasaki Medical School

⁴⁾Utsumi Eye Clinic

⁵⁾Ra Eye Clinic

⁶⁾Department of Orthoptics, Teikyo University Faculty of Medical Technology

⁷⁾Department of Ophthalmology, Teikyo University School of Medicine

⁸⁾Department of Ophthalmology, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences

⁹⁾Department of Ophthalmology, Hamamatsu University School of Medicine

¹⁰⁾Department of Ophthalmology, Hyogo College of Medicine

¹¹⁾Department of Ophthalmology, Osaka Medical College

¹²⁾Department of Ophthalmology, Osaka University Graduate School of Medicine

別刷請求先：157-8535 東京都世田谷区大蔵 2-10-1 国立成育医療研究センター眼科 仁科 幸子

(平成 25 年 2 月 12 日受付, 平成 25 年 7 月 16 日改訂受理) E-mail: nishina-s@ncchd.go.jp

Reprint requests to: Sachiko Nishina, M. D., Ph. D. Division of Ophthalmology, National Center for Child Health and Development, 2-10-1 Ohkura, Setagaya-ku, Tokyo 157-8535, Japan

(Received February 12, 2013 and accepted in revised form July 16, 2013)

Abstract

Purpose : To investigate the ability of patients with strabismus and/or amblyopia to see 3D images.

Methods : A questionnaire survey conducted for children aged 6 to 19 years and adults aged 20 to 39 years on their experience of viewing 3D images (movies, motion attractions, television, games), asking whether they could see stereoscopically, with or without adverse effects. A retrospective investigation of ophthalmological examinations was followed.

Results : Of 507 cases, 342 had had the experience of viewing 3D images. In 212 (62%) cases of strabismus and/or amblyopia, stereopsis was lacking in 17 to 18% of the subjects for movies, in 6 to 7% for attractions, in 32% in children and 50% in adults for television and 23% in children and 17% in adults for games. Adults complained of a higher rate of adverse

effects, 65% for movies and 75% for games, as compared with 34% for movies and 26% for games in children ($p < 0.01$). The lack of stereopsis for games and movies was higher in the subgroup of Fly(-) and convergence insufficiency ($p < 0.05$).

Conclusions : Since many patients with strabismus and/or amblyopia found some difficulty in stereoscopic viewing, precise examinations for stereopsis and convergence are needed to assess individual aptitude for 3D viewing.

Nippon Ganka Gakkai Zasshi (J Jpn Ophthalmol Soc) 117 : 971-982, 2013.

Key words : 3D, Stereoscopic image, Survey, Strabismus, Multicenter study

I 緒 言

近年、映画、テレビ、ゲーム機などに新技術による three-dimensional (3D) 立体映像が取り入れられ急速に普及しているが、我々の実生活にどのくらい普及し影響を与えているか、詳細な調査はなされていない。特に、視機能の発達途上で視覚刺激に対する感受性の高い小児や、両眼視機能にさまざまな程度の障害を持つ弱視斜視患者では、3D 立体映像をどのように捉えているか、不利益や障害がないか、視覚や生体への影響がないか懸念される。我々は、日本弱視斜視学会の多施設共同研究として、小児、弱視斜視患者に対し、3D 視聴の実態を把握するためにアンケート調査を行い、医学的背景との関連について検討した。

II 対象と方法

データ集積を行った国立成育医療研究センターおよび分担研究施設の倫理委員会の承認を得て調査研究を行った。対象は小児 6~20 歳未満、成人 20~40 歳未満とし、2011 年 3 月~7 月に弱視斜視を専門とする眼科医が所属する全国 11 施設を受診した患者および保護者に対し、主治医から調査目的を説明し、書面にてアンケート調査を実施した。次に、患者の医学的背景について、主治医がカルテから後ろ向きに調べて情報用紙に記載した。匿名化した調査票・情報用紙・データを回収・集計した。小児、成人ともに 104 以上の斜視・斜位、弱視の既往のある例、および 104 未満でも顕性斜視のある例を含む弱視斜視群、弱視斜視のない正常群に分類し、小児の弱視斜視群を A 群、正常群を B 群、成人の弱視斜視群を C 群、正常群を D 群として調査結果を解析した。

1. アンケート調査

調査項目は、①各種 3D 映像の視聴経験、見え方(立体

的に見えた、見えない)、視聴時間(15 分以内、15~30 分、30 分~1 時間、1~2 時間、2 時間以上)、距離(30 cm 程度、1~2 m、3~6 m、劇場の前方、劇場の後方)、副症状の有無と該当する症状(頭痛、吐き気、めまい、不快感、目の疲れ、かすみ、ぼやけ、視力低下、複視、斜視の変化、その他)、②3D 映像機器の家庭内普及、③3D 映像に関する不利益の経験、④子どもの 3D 映像視聴に対する考え、⑤3D 映像の視聴に関する自由意見で、小児が対象の場合には保護者が確認して記載した。

2. 医学的背景

調査項目は年齢、性別、診断名、弱視・斜視の発症時期、随伴疾患、斜視手術の有無・内容、弱視治療の有無・内容、矯正視力、屈折、屈折矯正(眼鏡・コンタクトレンズ)、遠見眼位、近見眼位、斜視角(交代プリズムカバーテスト)、輻湊近点、両眼視機能: Titmus stereo test、他の立体視検査、融像幅(大型弱視鏡・プリズム負荷)であり、検査未施行の場合は記載せず欠損値とした。

3. データの解析

データを集計し、アンケート調査項目①の結果と医学的背景の関連について、立体視、輻湊、融像、疾患背景として間欠性外斜視、内斜視、弱視、恒常性斜視を取り上げ、サブグループに区分して検討を加えた。各種 3D 映像の見え方・副症状に影響する因子について、Fisher 直接確率法を用いて検討した。

III 結 果

11 施設から総計 507 例(3D 映像視聴経験あり 342 例、視聴経験なし 165 例)の回答を得て調査結果を集積した。分類すると A 群(小児・弱視斜視)259 例(視聴経験あり 167 例、なし 92 例)、B 群(小児・正常)76 例(視聴経験あり 60 例、なし 16 例)、C 群(成人・弱視斜視)77 例(視聴経験あり 45 例、なし 32 例)、D 群(成人・正常)95 例(視

表 1 対象の内訳

| | | 3D 視聴経験 例数 (%) | 弱視斜視の疾患背景 例数 (%) | |
|--------------|---------|-------------------|---------------------|------------------|
| A 群 n=167 | 映画 | 95(57%) | 間欠性外斜視 | 88(53%) |
| | アトラクション | 48(29%) | 恒常性外斜視 | 12(7%) |
| | テレビ | 25(15%) | 先天内斜視 | 14(8%) |
| | ゲーム | 31(19%) | 後天内斜視 | 24(14%) |
| | | | 上下斜視 | 20(12%) |
| | | 微小斜視・斜位 弱視 | 5(3%) 40(24%) | |
| B 群 n=60 | 映画 | 48(80%) | | |
| | アトラクション | 15(25%) | | |
| | テレビ | 10(17%) | | |
| | ゲーム | 6(10%) | | |
| C 群 n=45 | 映画 | 23(51%) | 間欠性外斜視 | 15(33%) |
| | アトラクション | 14(31%) | 恒常性外斜視 | 1(2%) |
| | テレビ | 16(36%) | 先天内斜視 | 7(16%) |
| | ゲーム | 12(27%) | 後天内斜視 | 5(11%) |
| | | | 上下斜視 | 8(18%) |
| | | | 微小斜視・斜位 弱視 | 4(9%) 5(11%) |
| D 群 n=70 | 映画 | 46(66%) | | |
| | アトラクション | 21(30%) | | |
| | テレビ | 11(16%) | | |
| | ゲーム | 10(14%) | | |

疾患背景には弱視斜視の既往疾患(治療・手術後)を含む。

聴経験あり 70 例, なし 25 例)である。視聴経験のある例の比率は全体の 67.5%, A 群 64.5%, B 群 78.9%, C 群 58.4%, D 群 73.7% で, 正常群に高率であった。

対象の内訳を表 1 に示す。3D 映像は映画, アトラクション, テレビ, ゲームに区分され, アトラクションは遊園地・テーマパークに付設している大画面の立体映像, ゲームは 3D 携帯型ゲーム機(ニンテンドー 3DS[®])が大部分を占めた。A~D 群とも 3D 映画の視聴経験のある例が最も多かった。視聴経験のある弱視斜視 A, C 群の疾患背景は, いずれも間欠性外斜視が最も多かった。

1. 各種 3D 映像の見え方・副症状(図 1, 表 2)

1) 映画

立体的に見えない比率は弱視斜視 A, C 群で 17~18%, 小児正常 B 群 4.2%, 成人正常 D 群 0% であり, A 群は B 群と比べ($p<0.05$), C 群は D 群と比べて($p<0.01$)有意に高率であった。

副症状は A~D 群とも多いが, 特に成人 C, D 群では 65.2%, 58.7% にのぼり, 小児 A, B 群と比べてそれぞれ有意に高率であった($p<0.01$)。A, C 群では立体的に見えないが症状のある例が 6.3%, 4.3% と少数ながらみられた。症状の内訳は, 目の疲れが A 群 25.3%, B 群 20.8%, C, D 群 52.2% と最多であり, 次に頭痛 A 群 9.5%, B 群 2.1%, C 群 13.0%, D 群 21.7%, 不快感 A, B 群 2.1%, C 群 8.7%, D 群 13.0% が高率であった。複視は A 群 7.4%, C 群 8.7%, D 群 2.2% に生じ,

斜視の変化は A 群 2.1% にみられた。

視聴時間は小児では 1~2 時間が A 群 66.3%, B 群 58.3% と多く, 成人では 2 時間以上が C 群 65.2%, D 群 52.2% を占めた。視聴距離は劇場後方が A 群 66.3%, B 群 66.7%, C 群 73.9%, D 群 71.7% と多かった。

2) アトラクション

立体的に見えない比率は弱視斜視 A, C 群で 6~7% と映画より少なく, 正常 B, D 群では 0% であった。

副症状は C 群が 35.7% と高率であったが, 映画よりは少なかった。症状の内訳は, 目の疲れが A 群 16.7%, B 群 6.7%, C 群 28.6%, D 群 14.3% と大部分を占め, 他に複視を A 群 8.3%, C 群 7.1% に生じ, 斜視の変化を A 群 4.2% に認めた。

視聴時間は 15 分以内が A, B 群 66.7%, C 群 78.6%, D 群 52.4% と多く, 視聴距離は劇場後方が A, B, D 群 33.3%, C 群 46.2% と多かった。

3) テレビ

立体的に見えない比率は弱視斜視 A, C 群で 32%, 50% と映画よりも高率で, 小児正常 B 群 10%, 成人正常 D 群は 0% であった。C 群は D 群と比べ有意に高率であった($p<0.01$)。

副症状は A, C 群で 24.0%, 37.5% とアトラクションと同等に高率にみられたが, このうち立体的に見えないが症状のある例が 12.0%, 18.8% と半数を占めていた。症状の内訳は, 目の疲れが A 群 16.0%, C 群 25.0% と多く, 複視は A 群 8.0%, C 群 6.3% に生じ, 斜視の変化を A 群 4.0%, C 群 6.3% に認めた。

視聴時間は 15 分以内が A 群 68.0%, B 群 80.0%, C 群 81.3%, D 群 72.7% と多く, 視聴距離は 1~2m が A, B 群 60.0%, C 群 62.5%, D 群 81.8% と多かった。

4) ゲーム

立体的に見えない比率は弱視斜視 A, C 群で 23%, 17% と映画とほぼ同等であった。小児正常 B 群では立体的に見えない例が 1 例 16.7% あり, 成人正常 D 群は 0% であった。

副症状は弱視斜視の成人 C 群で 75% にのぼり, 小児 A 群に比べ有意に高率であり($p<0.01$), 正常成人 B 群よりも高い傾向にある。A, B, C 群で立体的に見えないが症状のある例が 3.2%, 16.7%, 16.7% にみられた。症状の内訳は, 目の疲れが A 群 12.9%, C 群 66.7% と多く, 複視は A 群 3.2%, C 群 8.3% に生じたが, 斜視の変化は認めなかった。

視聴時間は 15 分以内が A 群 48.4%, B 群 66.7%, C 群 58.3%, D 群 30.0% と多く, 視聴距離は 30 cm が A 群 93.5%, B 群 83.3%, C 群 66.7%, D 群 70.0% と多かった。

2. 3D 映像機器の家庭内普及

3D 視聴経験のある A 群 167 例, B 群 60 例, C 群 45 例, D 群 70 例に対し, 家庭内で使用している 3D 映像機

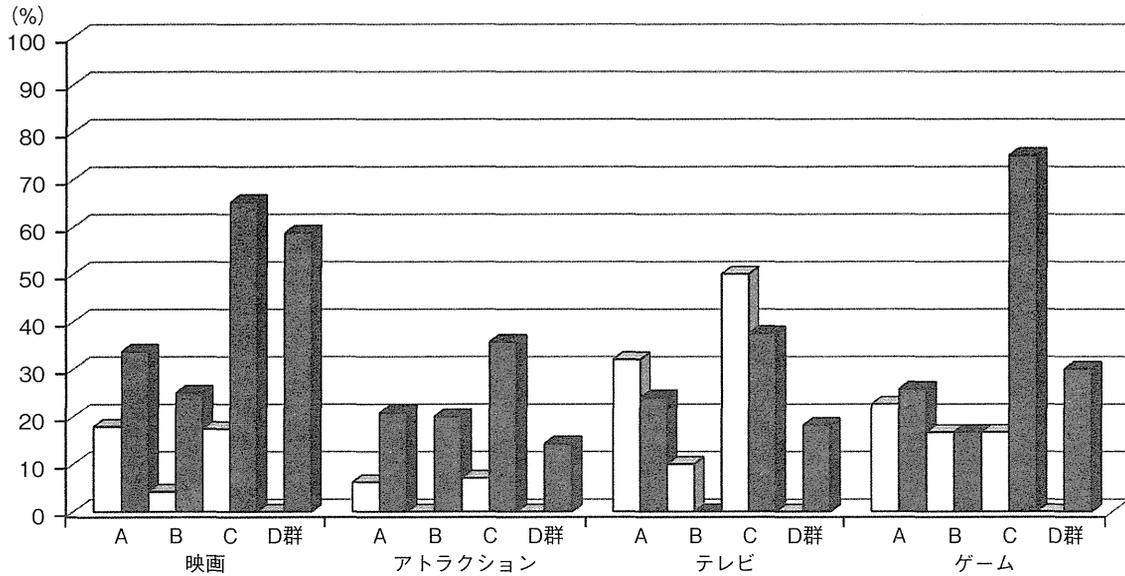


図 1 各種 3D 映像の見え方・副症状。
 □ : 立体的に見えない, ■ : 症状あり.

表 2 副症状の内訳

| 3D 映像 | 副症状あり (立体的に見えないが 症状あり) | 主な症状(比率)* |
|---------|------------------------------|--|
| A群 映画 | 33.7% (6.3%) | 目の疲れ(25.3%), 頭痛(9.5%), 複視(7.4%), 斜視の変化(2.1%) |
| アトラクション | 20.8% (2.1%) | 目の疲れ(16.7%), 複視(8.3%), 頭痛(4.2%), 斜視の変化(4.2%) |
| テレビ | 24.0%(12.0%) | 目の疲れ(16.0%), ぼやけ(12.0%), 頭痛(8.0%), 複視(8.0%), 斜視の変化(4.0%) |
| ゲーム | 25.8% (3.2%) | 目の疲れ(12.9%), ぼやけ(6.5%), 不快感(3.2%), 視力低下(3.2%), 複視(3.2%) |
| B群 映画 | 25.0% (0.0%) | 目の疲れ(20.8%) |
| アトラクション | 20.0% (0.0%) | 吐き気(6.7%), 目の疲れ(6.7%), かすみ(6.7%), ぼやけ(6.7%) |
| テレビ | 0.0% (0.0%) | |
| ゲーム | 16.7%(16.7%) | 不快感(16.7%) |
| C群 映画 | 65.2% (4.3%) | 目の疲れ(52.2%), 頭痛(13.0%), 不快感(8.7%), ぼやけ(8.7%), 複視(8.7%) |
| アトラクション | 35.7% (0.0%) | 目の疲れ(28.6%), 吐き気(7.1%), 不快感(7.1%), 複視(7.1%) |
| テレビ | 37.5%(18.8%) | 目の疲れ(25.0%), 不快感(12.5%), ぼやけ(12.5%), 複視(6.3%), 斜視の変化(6.3%) |
| ゲーム | 75.0%(16.7%) | 目の疲れ(66.7%), 不快感(33.3%), 頭痛(25.0%), 複視(8.3%) |
| D群 映画 | 58.7% (0.0%) | 目の疲れ(52.2%), 頭痛(21.7%), 不快感(13.0%), 複視(2.2%) |
| アトラクション | 14.3% (0.0%) | 目の疲れ(14.3%), 頭痛(4.8%), 不快感(4.8%) |
| テレビ | 18.2% (0.0%) | 目の疲れ(9.1%), その他(9.1%) |
| ゲーム | 30.0% (0.0%) | 目の疲れ(30.0%), 不快感(20.0%), 吐き気(10.0%), かすみ(10.0%) |

* : 症状は、頭痛、吐き気、めまい、不快感、目の疲れ、かすみ、ぼやけ、視力低下、複視、斜視の変化、その他、の選択肢を挙げて尋ねた。複視、斜視の変化を太字で表した。

器を尋ねたところ、3D テレビは A 群 1.8%、B 群 1.7%、C 群 4.4%、D 群 2.9% と低く、3D ゲームは A 群 7.8%、B 群 1.7%、C 群 4.4%、D 群 2.9%、その他は D 群 1.4% (タブレット端末) であった。3D ゲームは 1 例を除いてすべてニンテンドー 3DS® であり、弱視斜視の小児 A 群で普及率が一番高かった。

3. 3D 映像に関する不利益の経験

3D 映像に関して何か不利益を感じた経験があるか、さらに選択肢を挙げて内訳を尋ねた結果を図 2 に示す。不利益の経験は A 群 15.6%、B 群 10.0%、C 群 35.6%、D 群 14.3% と全群にみられ、特に高率の C 群では内訳として不快感・眼精疲労が 24.4% を占めた。3D が見えないため学校・職場で不利益を経験した内容として、A

群は友人関係，C 群は授業・教科書が挙げられた。正常 B，D 群では 3D が見えないための不利益はないが，不快感・眼精疲労が 10.0% にみられた。

4. 子どもの 3D 映像視聴に対する考え

子どものいる家庭の保護者に対し，子どもの 3D 映像視聴に対する考えを選択肢を挙げて尋ねた。子どもの 3D 視聴に心配・不安なし 18.7%，快適に視聴できるようにしたい 13.6%，立体的に見えるか気になる 18.5%，視聴させてよいのか不安 29.2%，視力や斜視が悪化しないか心配 39.8%，その他 3.4%，記載なし 18.3% であった。

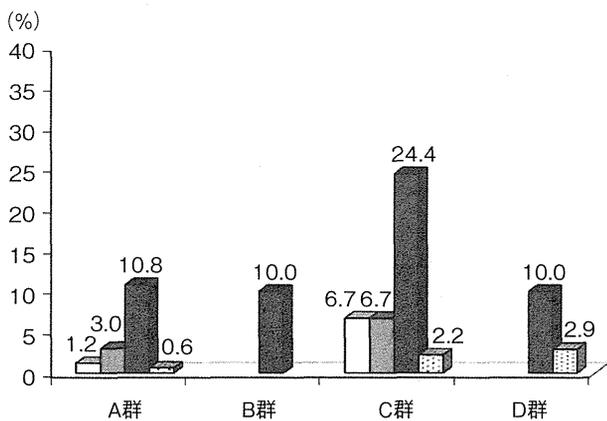


図 2 3D 映像に関する不利益の経験。

A 群 n=167, B 群 n=60, C 群 n=45, D 群 n=70.
□: 3D が見えないため学校・職場で不利益, ■: 3D が見えないため不愉快な経験, ■: 3D が見えるが不快感や眼精疲労が強い, ⊞: その他。

特に小児 A，B 群では“視力や斜視が悪化しないか心配”の比率が高く，視聴経験のある A，B 群で 47.9%，35.0%，視聴経験のない A，B 群では 67.4%，56.3% とさらに高率であった。

5. 3D 映像の視聴に関する自由意見

3D 映像の視聴に関する意見を自由記述にて尋ねた結果を図 3 に示す。総数 507 例のうち記載のあったものは 40% であった。記載のあった 201 例の内容を分類すると不安が 50% を占め，特に弱視斜視の小児 A 群の保護者に高率であった。一方成人 C，D 群では症状の訴えが同等に多かった。記載例として，賛成は“3D 映像を楽しみたい”“立体的に見えたので子どもが希望すれば見せたい”，不安は“視力や斜視が悪化しないか”“気分不快があり脳に影響はないか”“3D が日常生活に取り入れられるのは不安”“立体的に見えるか不安”，症状は“眼精疲労・疲労感”“気分が悪い”，要望は“眼や身体に影響があるか明らかにしてほしい”“装用しやすい 3D 眼鏡を作製してほしい”，その他は“3D の必要性を感じない”などがあった。

6. 3D 映像の見え方・副症状と医学的背景

1) 立体視

各種 3D 映像の見え方・副症状に関し，両眼視機能検査として眼科診療で汎用されている Titmus stereo test, その他の近見立体視検査(TNO, Randot stereo test)を取り上げ検討を加えた。弱視斜視 A，C 群について Titmus stereo test にて Fly(-)を F(-), Fly(+), および 3,000”以下(他の近見立体視検査を含む)を F(+), のサ

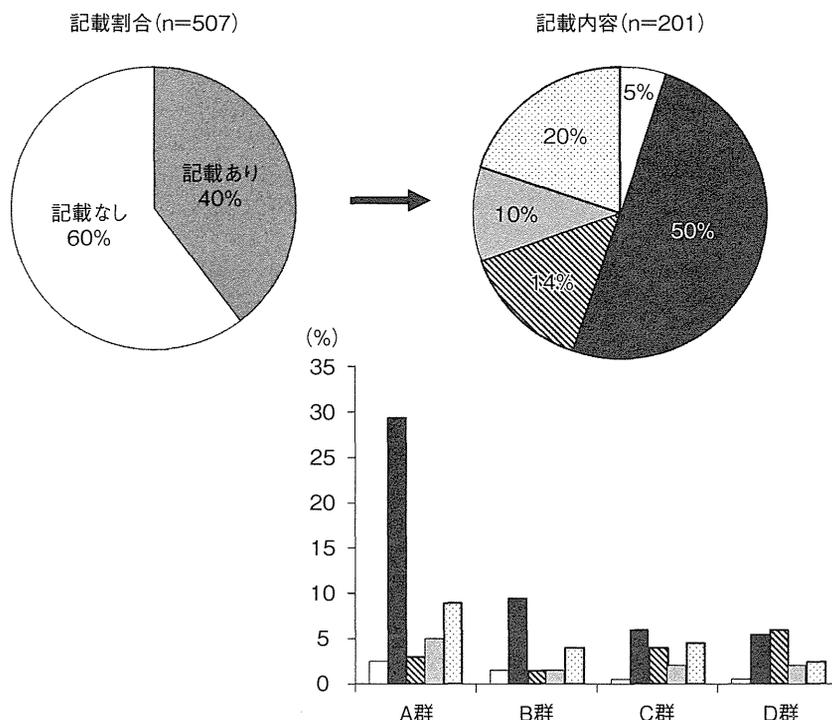


図 3 3D 映像視聴に関する意見。

A 群 n=259, B 群 n=76, C 群 n=77, D 群 n=95. □: 賛成, ■: 不安, ⊞: 症状, ■: 要望, ⊞: その他。

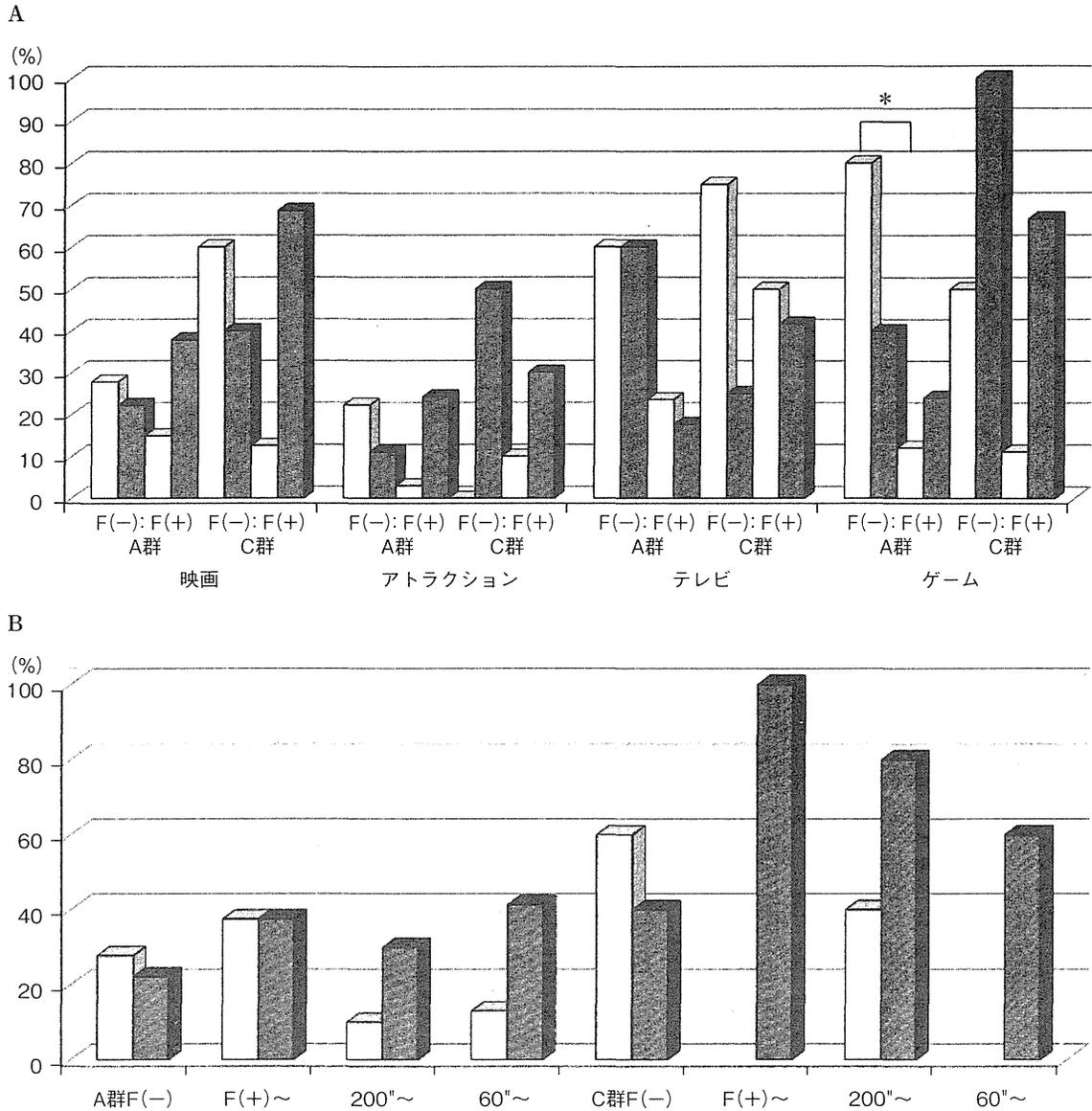


図 4 3D 映像の見え方・副症状と立体視。

A : 各種 3D 映像の見え方・副症状と立体視。近見立体視検査の結果によって A, C 群を Fly(-), Fly(+)および 3,000'' 以下のサブグループとして F(-), F(+)に区分した。A 群 F(-) n=31, A 群 F(+) n=127, C 群 F(-) n=10, C 群 F(+) n=32。□ : 立体的に見えない, ■ : 症状あり。* : p=0.0067。

B : 3D 映画の見え方・副症状と立体視。A, C 群を Fly(-), Fly(+), 200'' 以下, 60'' 以下のサブグループに区分した。A 群 F(-) n=31, A 群 F(+) n=14, A 群 200'' 以下 n=39, A 群 60'' 以下 n=74, C 群 F(-) n=10, C 群 F(+) n=2, C 群 200'' 以下 n=11, C 群 60'' 以下 n=19。□ : 立体的に見えない, ■ : 症状あり。

ブグループに区分した(図 4A)。3D 映像が立体的に見えない比率を小児 A 群のサブグループ F(-) : F(+)間で比較すると、映画 27.8% : 14.9%、アトラクション 22.2% : 3.0%、テレビ 60.0% : 23.5%、ゲーム 80.0% : 12.0% といずれも F(-) で高い傾向にあり、特に近距離で視聴するゲームにおいて有意に高率であった (p<0.01)。成人 C 群のサブグループ F(-) : F(+)間で比較すると、映画 60.0% : 12.5%、テレビ 75.0% : 50.0%、ゲーム 50.0% : 11.1% と F(-) で高い傾向に

あり、特に映画で顕著であったが統計学的な有意差はなかった (p=0.063)。アトラクションでは F(-) でも立体的に見える例が多く、テレビでは F(+)でも立体的に見えない例が比較的多かった。

副症状は映画、アトラクション、ゲームとも成人群に多くみられたが、映画では F(-) より F(+)のほうが症状が多い傾向にあった。

視聴した例数の多い 3D 映画について、さらに A, C 群を Fly(-), Fly(+) (3,000'' 以下), 200'' 以下, 60''

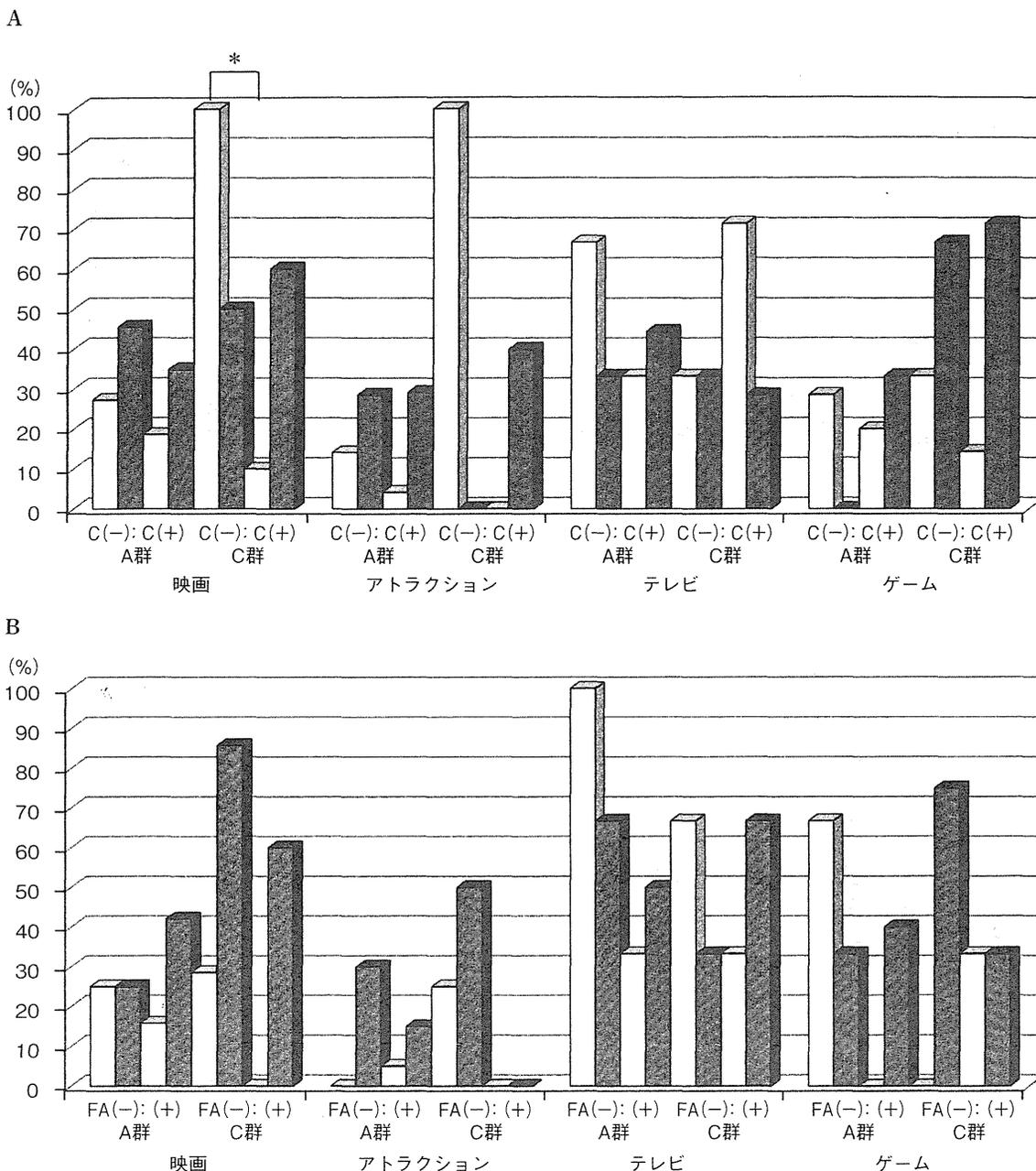


図 5 3D 映像の見え方・副症状と輻湊および融像。

A : 各種 3D 映像の見え方・副症状と輻湊。輻湊近点 10 cm 以下を輻湊正常として A, C 群を輻湊不全 C(-), 正常 C(+)のサブグループに区分した。A 群 C(-) n=23, A 群 C(+) n=76, C 群 C(-) n=11, C 群 C(+) n=21。□ : 立体的に見えない, ■ : 症状あり。* : p=0.0455。

B : 各種 3D 映像の見え方・副症状と融像。大型弱視鏡 10° 以上またはプリズム負荷にて 20Δ 以上を融像幅正常として, A, C 群を融像幅が狭い FA(-), 正常 FA(+)のサブグループに区分した。A 群 FA(-) n=27, A 群 FA(+) n=57, C 群 FA(-) n=16, C 群 FA(+) n=10。□ : 立体的に見えない, ■ : 症状あり。

以下のサブグループに区分し検討した(図 4B)。A 群では 200" 以下で立体的に見えない比率が低下する傾向にあった。C 群では Fly(-)で立体的に見えない比率が高く, Fly(+)および 200" 以下では副症状が高率であった。

2) 輻湊

輻湊近点 10 cm 以下を輻湊正常として A, C 群を輻湊不全 C(-), 正常 C(+)のサブグループに区分し検討し

た(図 5A)。3D 映像が立体的に見えない比率を小児 A 群のサブグループ C(-) : C(+)間で比較すると, 映画 27.3% : 18.6%, アトラクション 14.2% : 4.2%, テレビ 66.7% : 33.3%, ゲーム 28.6% : 20.0% といずれも C(-)で高い傾向にあった。成人 C 群のサブグループ C(-) : C(+)間で比較すると, 映画は 100.0% : 10.0% と C(-)で有意に高率であり (p<0.05), アトラクシ

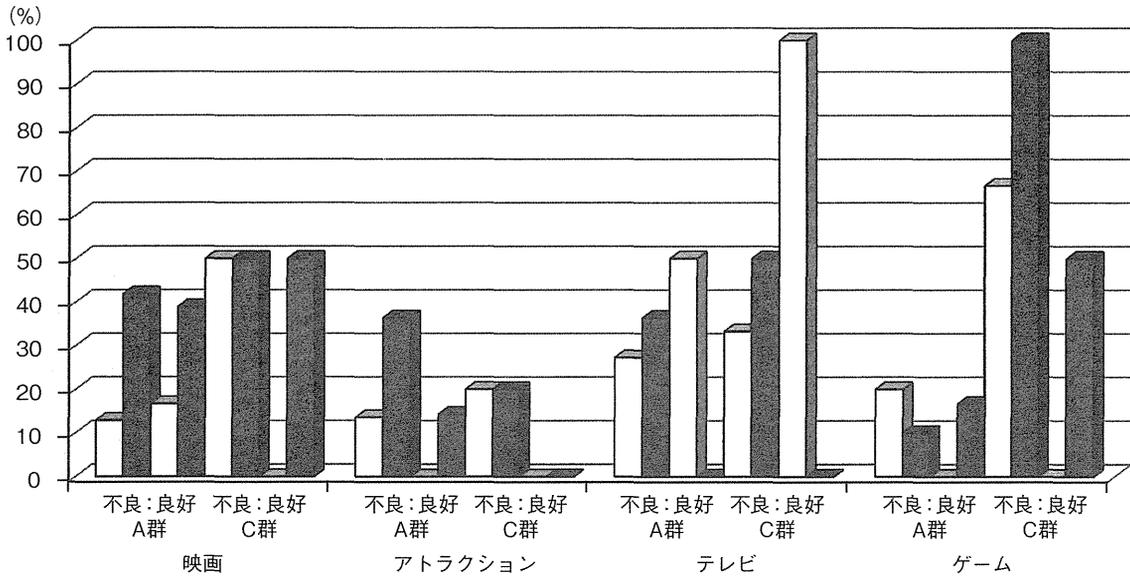


図 6 間欠性外斜視における 3D 映像の見え方・副症状.

A, C 群の間欠性外斜視を、遠見および近見斜視角 +10~-20Δ, 上下 5Δ 未満, 輻湊正常, 弱視既往のない良好群と不良群に区分した. A 群不良 n=61, A 群良好 n=27, C 群不良 n=12, C 群良好 n=3. □: 立体的に見えない, ■: 症状あり.

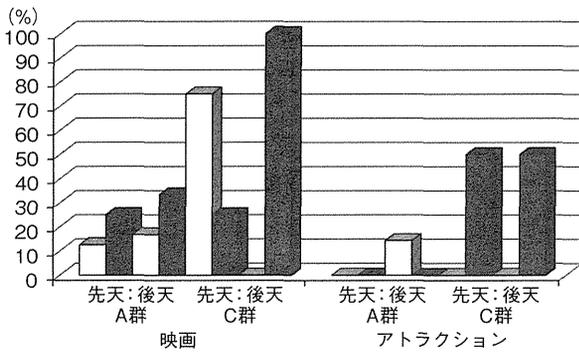


図 7 内斜視における 3D 映像の見え方・副症状.

A, C 群の内斜視を、生後 6 か月未満に発症した先天内斜視群と 6 か月以降に発症した後天内斜視群に区分した. A 群先天 n=14, A 群後天 n=24, C 群先天 n=7, C 群後天 n=5. □: 立体的に見えない, ■: 症状あり.

ン 100.0% : 0.0%, ゲーム 33.3% : 14.3% でも C(-) で高い傾向にあった.

副症状は C(-) と C(+) に差はなかった.

3) 融像

大型弱視鏡にて 10° 以上またはプリズム負荷にて 20Δ 以上を融像幅正常として, A, C 群を融像幅が狭い FA(-), 正常 FA(+) のサブグループに区分し検討した(図 5B). 3D 映像が立体的に見えない比率を小児 A 群のサブグループ FA(-) : FA(+) 間で比較すると, 映画 25.0% : 15.8%, テレビ 100.0% : 33.3%, ゲーム 66.7% : 0.0% で FA(-) で高い傾向にあった. 成人 C 群のサブグループ FA(-) : FA(+) 間で比較すると, 映画 28.6% : 0.0%, アトラクション 25.0% : 0.0%, テレビ

66.7% : 33.3% は FA(-) で高い傾向にあった.

副症状は C 群に多く, 映画 85.7% : 60.0%, アトラクション 50.0% : 0.0%, ゲーム 75.0% : 33.3% は FA(-) で症状が多かった.

4) 間欠性外斜視

A, C 群の疾患背景として最多であった間欠性外斜視(手術治療後の例を含む)を取り上げ, 遠見および近見斜視角 +10~-20Δ, 上下 5Δ 未満, 輻湊正常, 弱視既往のない良好群と不良群に区分し検討した(図 6). 3D 映像が立体的に見えない比率を小児 A 群のサブグループ, 不良:良好群にて比較すると, アトラクション 13.6% : 0.0%, ゲーム 20.0% : 0.0% では不良群のみ見えない例があり, 映画 12.9% : 16.7%, テレビ 27.3% : 50.0% では良好群に見えない比率が高いが有意差はなかった. 成人 C 群のサブグループ, 不良:良好群にて比較すると, 映画 50.0% : 0.0%, アトラクション 20.0% : 0.0%, ゲーム 66.7% : 0.0% では不良群にのみ見えない例があった.

副症状は A, C 群とも映画は同等, アトラクション, テレビでは不良群に多く, ゲームでは C 群の不良群に 100% と高率にみられた. 副症状のうち, 斜視の変化を来した例が全体で A, C 群計 6 例にみられたが, すべて間欠性外斜視の不良群であった.

5) 内斜視

両眼視機能不良例の多い疾患背景として内斜視を取り上げ, 生後 6 か月未満に発症した先天内斜視群と 6 か月以降に発症した後天内斜視群のサブグループに区分し, 例数の得られた映画, アトラクション視聴について検討した(図 7). アトラクションは A 群後天群の 1 例 14.3%

表 3 乳児内斜視早期手術例における 3D 映像の見え方と副症状

| 症例 | 年齢 | 手術年齢 | 眼位 | 両眼視検査 | 3D 映像が立体に見えたか(+)(-) 副症状 |
|----|------|-----------|----------------------------|-------------------|----------------------------|
| 1 | 36 歳 | 1 歳 | 12Δ 内斜位(遠見) 12Δ 外斜位(近見) | 立体視 800" 融像(-) | テレビ(+), ゲーム(+) |
| 2 | 9 歳 | 1 歳 5 か月 | 6Δ 内斜位 | 立体視(-) 融像 20° | 映画(+), テレビ(+) 目の疲れ(+) |
| 3 | 7 歳 | 1 歳 5 か月 | 10Δ 上斜位 | 立体視(-) 融像 22° | アトラクション(+) |
| 4 | 10 歳 | 1 歳 5 か月 | 16Δ 内斜位斜視 | 立体視(-) 融像 9° | アトラクション(+) |
| 5 | 13 歳 | 1 歳 7 か月 | 10Δ 上斜位 | 立体視(-) 融像 8° | 映画(+), アトラクション(+) |
| 6 | 14 歳 | 1 歳 7 か月 | 35Δ 外斜視 輻湊不全 | 立体視(-) 融像(-) | テレビ(-) 目の疲れ(+) |
| 7 | 20 歳 | 2 歳 6 か月 | 4Δ 外斜位 | 立体視(-) 融像 6° | 映画(+) 目の疲れ(+) |
| 8 | 11 歳 | 2 歳 10 か月 | 6Δ 内斜位 | 立体視(-) 融像(-) | 映画(+) |

手術時期は 1 歳以上 3 歳未満. n=8.

を除き全例で立体的に見えていた。映画が立体的に見えない比率は C 群先天群にて 75% と高いが, A 群では先天群 12.5%, 後天群 16.7% と差がなく, 先天群でも立体的に見えている例が多かった。

副症状は C 群に多く, 映画が立体的に見えている後天群で 100% に認めた。

両眼視機能の獲得が困難である乳児(先天)内斜視のうち, 比較的早期(3 歳未満)に手術を実施し, 手術時期, 両眼視機能検査結果を詳細に調査できた 8 例を取り上げ, 3D 映像の見え方と副症状を検討した(表 3)。近見立体視検査にて 800" の立体視を検出できた症例 1(手術年齢 1 歳)を除き立体視獲得例はなく, 融像を 5 例に検出した。しかし 35Δ 外斜視の症例 6 を除くと眼位が比較的良好で, 検査で立体視(-)の例でも各種 3D 映像が立体的に見えた。副症状として目の疲れを 37.5% に認めた。

6) 弱視

弱視既往は A 群 40 例, C 群 5 例あり, うち治癒例(矯正視力 0.9 以上)は A 群 27 例(67.5%), C 群 2 例(40%)であった。A 群は屈折異常弱視 15 例, 不同視弱視 13 例, 斜視弱視 9 例, 器質弱視 3 例, 矯正視力 0.2~1.5, C 群は不同視弱視 3 例, 斜視弱視 2 例, 矯正視力 0.5~1.5 であった。A 群で立体的に見えない比率は映画 20%, アトラクション 17%, テレビ 33%, ゲーム 30%, C 群では映画, アトラクション, ゲームともに 0% であったが, 副症状は映画, ゲームで 100% と高率であった。斜視の有無, 弱視のタイプ, 視力によってサブグループに区分し比較したが差はなかった。

7) 恒常性斜視

調査時において遠見, 近見眼位ともに恒常性斜視(外,

内, 上下)を示した例は A 群 26 例(16%), C 群 10 例(25%)で, Fly(+)が A 群に 5 例, C 群に 1 例みられた。A 群で立体的に見えない比率は映画 20%, アトラクション 22%, テレビ 60%, ゲーム 50%, C 群では映画 25%, テレビ 50%, アトラクションとゲームは 0% で, 恒常性斜視であっても立体的に見える例がかなり多かった。

IV 考 按

本研究では, 弱視斜視専門施設に受診した患者および保護者を対象として, 自由意志に基づくアンケート調査を実施したが, 短期間(2011 年 3 月~7 月)の調査にもかかわらず多くの回答が得られ, 3D 映像の視聴に対する患者家族の関心の高さを反映しているものと思われる。今回の調査研究によって, 我が国における弱視斜視患者や小児における 3D 視聴の実態を把握することができた。

各種 3D 映像の見え方は, 弱視斜視群で, 映画, ゲームに比べてアトラクションでは立体的に見える比率が高く, テレビでは見えない比率が高かった。3D 映像方式は, アトラクションでは偏光眼鏡方式が主流であるが, 映画では液晶シャッター方式, 偏光眼鏡方式, テレビでは液晶シャッター方式, 3D 眼鏡を使用しないレンチキュラー方式があり, ゲームはレンチキュラー方式である¹⁾²⁾。立体的に見えるかどうかは, 3D 映像方式の違いや 3D 映像の両眼視差, 同側性(引っ込み映像)か交差性(飛び出し映像)か, 画面サイズ, 視距離, 背景照度が影響していると考えられる。アトラクションが立体的に見える理由として, 視差の大きい交差性の 3D 映像であること, 色形の明瞭な大きな映像であること, 大画面に提示されて遠距離から視聴するため位置や動きが捉えやすい

ことなどが挙げられる。大画面の3D映像を立体的に認識するための周辺部網膜の立体視検査や動的立体視検査では、Titmus stereo testでFly(-)の例でも立体視(+)となる例がある^{3)~5)}。霊長類の両眼視に関わる外側膝状体・視中枢の発達経路には、形態覚(形・色)に関与するP細胞系(parvocellular)と動態覚(位置・方向・動き)に関与するM細胞系(magnocellular)の経路があり、中心窩融像による精密な立体視にはP細胞系、周辺融像による大まかな立体視にはM細胞系が関与すると考えられている⁶⁾⁷⁾。3D映像視聴の適性・条件を判断するためには、M細胞系経路の両眼視も念頭に置き、種々の立体視検査を行う必要がある。

副症状はC群(成人・弱視斜視)で高率にみられ、特にゲーム、映画に多く、内訳は目の疲れが最も多かった。ゲームは画面サイズが小さく近距離であるため調節・輻湊による眼精疲労を来しやすいこと、レンチキュラー方式のため立体視できる位置に制限があり映像の解像度が低いこと、映画は視聴時間が長く調節と輻湊の不一致が続くこと、液晶シャッター方式ではちらつきが出ることなどが副症状の多い原因と考えられる^{8)~10)}。3D映像が立体的に見えないが症状のある例は、映画では少数であるが、テレビでは弱視斜視A、C群、ゲームではC群とB群(小児・正常)に比較的多かった。テレビやゲームによる副症状の出現は、近距離で画面サイズが小さく解像度が低い点など3D以外の要因が関与している可能性があり、弱視斜視群はその影響も受けやすいのではないと思われる。一方、映画では、立体視Fly(-)群よりもFly(+)群のほうが副症状が多く、3D映像を長時間立体的に見続けていることが副症状を高率に引き起こす主因と考えられる。副症状の比率に関しては、3D映像の種類や弱視斜視の有無にかかわらず、視聴時間が増すにつれて増加すると推測される。

また、弱視斜視群では、いずれの3D映像でも副作用として複視を3~9%、ゲーム以外では斜視の変化を2~6%に認めたことは注意すべき点である。1986年の立体映画であるが、視聴後に急性内斜視を発症し手術治療を要した4歳11か月男児の報告がある¹¹⁾。今回、斜視の変化を認めた例は小児、成人ともにすべて間欠性外斜視で、内斜視の悪化した例はなかった。しかし、成人に比して小児では、弱視斜視群であっても副症状を自覚せずに視聴しており、生体・視機能に影響が出ていても気づかれない可能性がある。一般に瞳孔間距離が短いと同じ視差でも奥行きが強調されるため、調節・輻湊への影響も大きいと思われる¹⁾。小児は立体視の発達途上にあり、調節性内斜視では7歳頃まで感受性期が続くため¹²⁾、3D視聴の可否、条件について成人以上に注意を要すると考えられる³⁾⁴⁾。また最近、成人でも、2010年の3D映画(液晶シャッター方式)によって複視、内斜視を来した58歳男性の報告がある¹³⁾。この症例は右眼がもともと弱視の

うえ、右眼円錐角膜、左眼眼内レンズ挿入眼、両眼糖尿病網膜症があり、両眼視機能は大まかな立体視と周辺映像のみで、融像幅の狭い例であった。今回の調査でも、成人の弱視既往例では、3D映像が立体的に見えるが副症状が高率にみられるという結果が出ている。成人であっても、特に弱視や斜視の既往がある場合には、3D視聴に関し注意が必要である。

3D映像による生体影響と安全性に関し、国際標準化機構(international organization for standardization: ISO)による合意文書が2005年に発行された¹⁴⁾。また3Dコンソーシアム(3D映像関係の国内業界団体)による3DC安全ガイドライン改訂版が2010年に発表されており¹⁵⁾、3D映画の両眼視差は1°以下が目安となっている。今後はさらに、視聴者の年齢、両眼視機能や視覚特性に基づいた3D映像に対する適性、視聴条件を検討すべきと思われる。

3D映像機器の家庭内普及率は、2011年の調査時点においてテレビ、ゲーム機ともに低い。弱視斜視の小児群でゲーム機普及率が7.8%とやや高いのは、3D映像に対する関心の表れかもしれない。

3D映像に関する不利益の経験として不快感・眼精疲労が多く、弱視斜視の成人群で約25%と高率であったほか、正常の小児・成人群にも10%に認めた。したがって、弱視斜視のない正常群にも3D映像の不適合者が約1割は存在している可能性がある。視力・眼位・両眼視機能検査のみでは適性の判断はできない。調節・輻湊要因の関与が大きいと考えられ¹⁶⁾、正常成人においても3D視聴による屈折、調節、瞳孔、眼位の変化に個人差があることが報告されている^{17)~19)}。弱視斜視群の中には、3Dが見えないために学校や職場で不利益を経験した例が少数だが認められた。今後、授業や職場に急速に3D映像が普及すると立体視できないことがハンディキャップとなる懸念がある。

小児群の保護者は、子どもの3D映像視聴に対し、視力や斜視が悪化しないか心配と返答した比率が高く、子どもの視機能に対する悪影響を心配して3D視聴を控えさせている実態も明らかとなった。アンケート調査時における3D視聴経験の有無をみると、弱視斜視群では視聴経験ありの比率が低く、特に小児では、正常群に比して有意に低率であった($p=0.018$)。3D映像の視聴に関する自由意見の記載においても、弱視斜視群に不安の訴えが最も多かった。一方、全体の60%は特筆すべき意見がなく、3D映像が立体的に見えるなら見せたい、3D映像を楽しみたい、快適に視聴できるようにしたいなど3D映像に対する関心や肯定的な意見も目立つ。より良い3D映像コンテンツの開発や視聴条件、安全性の検証によって、3D映像を積極的に取り入れて活用しようとする人が増えると思われる。

3D映像の見え方・副症状と患者の医学的背景との関

連性について検討を加えたが、今回は後ろ向き調査であるため、診療に汎用されている近見立体視検査などに限定された。Titmus stereo test にて Fly (視角 10° 視差 3,000") が (-) であった弱視斜視群では、小児において近距離で視聴する 3D ゲームが立体的に見えない比率が有意に高く、成人では 3D 映像が立体的に見えない比率が高い傾向となった。各種 3D 映像ともに Fly (-) では Fly (+) (3,000" 以下) の群よりも立体的に見えない例が多いが、アトラクションでは Fly (-) でも約 8 割以上は立体的に見えており、小児では映画も 7 割以上が立体的に見えた。したがって、Fly (-) であっても 3D 映像コンテンツの種類や提示法によっては立体的に見えることが示された。一方、3D による副症状は、例数の多い映画では Fly (+) の群にむしろ高率であった。弱視斜視患者では、立体的に見えるが快適に視聴できない可能性があることを念頭に置かねばならない。近見立体視検査のみならず、種々の詳細な両眼視機能検査、輻湊検査、調節検査を行って、各種 3D 映像に対する適性を判断する必要がある。輻湊、融像に関しては検査施行例が少なく、各種 3D 映像ごとの検討には大部分で統計学的な有意差は得られなかった。しかし、各種 3D 映像とも輻湊不全の群では立体に見えない例が多く、特に成人では映画に有意差を認めた。また、融像幅の狭い群では立体的に見えない例が多く、副症状も多い。輻湊、融像機能と 3D 視聴の適性に関し、さらなる検討が必要である。

弱視斜視患者のうち多数を占める間欠性外斜視では、遠見・近見斜視角 20Δ 以上、5Δ 以上の上下斜視、輻湊不全、弱視既往という不良要因があると、3D が立体的に見えない例がある。小児では予想に反し、映画やテレビで、これらの要因のない良好群のほうに見えない例がみられた。手術治療後の症例も含まれており、他覚的斜視角測定のみでの判断では不十分であることが示唆される。また不良群では高率に副症状を生じており、外斜視では、立体的に見えても、眼精疲労や斜視の悪化などの問題が起りやすいのではないかと考えられる²⁰⁾。

一方、調査時に恒常性斜視であっても 3D 映像が立体的に見える例がかなり多かったことは興味深い。斜視のタイプや治療歴による差がないかどうか詳細な検討が必要である。

内斜視に関する今回の検討では、先天(乳児)内斜視でもアトラクションは立体的に見えており、映画でも立体的に見える小児例が多かった。乳児内斜視のうち早期(1歳以上3歳未満)に手術を施行した例を検討すると、近見立体視検査では1例を除き立体視(-)であったが、各種 3D 映像が立体的に見えた例が多かった。近年、乳児内斜視においても、超早期手術(生後6か月以内)によって、一部の症例では大まかな立体視のみならず精密立体視を獲得しうることが示唆され²¹⁾²²⁾、超早期手術の適否と術前術後管理、屈折矯正・プリズムなど、非観血

的治療を含む超早期治療の予後が注目されている。今後、さまざまな弱視斜視患者に対し、保有両眼視機能を最大限に発達させる治療を開発することが、3D 映像の普及する現在において重要な課題である。

本研究は平成 23 年度日本弱視斜視学会の多施設研究費を受けて遂行されたものであり、ご協力をいただきました先生方に心より感謝いたします。

利益相反：利益相反公表基準に該当なし

文 献

- 1) 江本正喜：3D 映像装置と再現空間歪み。日本の眼科 81：1410-1413, 2010.
- 2) 半田知也：3D 映像の現状と生体安全性。日本の眼科 82：1044-1048, 2011.
- 3) 不二門 尚：3D 映像と両眼視。日本の眼科 81：1414-1418, 2010.
- 4) 不二門 尚：3D と両眼視機能—発達期の小児を中心に。日本の眼科 82：1050-1056, 2011.
- 5) Fujikado T, Hosohata J, Ohmi G, Tano Y：A clinical evaluation of stereopsis required to see 3-D images. *Ergonomics* 39：1315-1320, 1996.
- 6) Hubel DH, Livingstone MS：Segregation of form, color, and stereopsis in primate area 18. *J Neurosci* 7：3378-3415, 1987.
- 7) Kontsevich LL, Tyler CW：Relative contributions of sustained and transient pathways to human stereoprocessing. *Vision Res* 40：3245-3255, 2000.
- 8) Hoffman DM, Girshick AR, Akeley K, Banks MS：Vergence-accommodation conflicts hinder visual performance and cause visual fatigue. *J Vis* 8：1-30, 2008.
- 9) 岩崎常人：3D 映像と眼精疲労。日本の眼科 81：1420-1424, 2010.
- 10) 原 直人：IT 環境におけるビジュアルストレスと 3D 映像が及ぼす近見反応への影響—映像により引き起こされた臨床自験例を中心に予防策を考える—。日本の眼科 82：1058-1063, 2011.
- 11) 筑田昌一, 村井保一：立体映画を見て顕性になった内斜視の一例。日視能訓練士協誌 16：69-72, 1988.
- 12) Fawcett SL, Wang YZ, Birch EE：The critical period for susceptibility of human stereopsis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 46：521-525, 2005.
- 13) 橋本篤文, 矢野 隆, 藤原和子, 相澤大輔, 石川均：3D 映画鑑賞後、内斜視を発症した 1 例。あたらしい眼科 28：1361-1363, 2011.
- 14) ISO/IWA 3:2005：Image safety—Reducing the incidence of undesirable biomedical effects caused by visual image sequences, 2005.
- 15) 3D コンソーシアム安全ガイドライン部会：3DC 安全ガイドライン。3D コンソーシアム, 2010.
- 16) Wee SW, Moon NJ, Lee WK, Jeon S：Ophthalmological factors influencing visual asthenopia as a

- result of viewing 3D displays. *Br J Ophthalmol* 96 : 1391-1394, 2012.
- 17) 細島 淳, 近江源次郎, 不二門 尚 : 3D 映像における融像性輻湊の限界. *眼臨* 12 : 1534-1538, 1996.
- 18) 細島 淳, 近江源次郎, 不二門 尚, 安東孝久, 星野美保, 金谷経一 : 2D-3D 変換による立体映像の瞳孔・屈折に与える影響. *視覚の科学* 17 : 139-143, 1997.
- 19) 細島 淳, 近江源次郎, 不二門 尚, 安東孝久, 小山田健二, 金谷経一 : 3D 映像の瞳孔に与える影響 : 眼位との関係. *あたらしい眼科* 14 : 947-952, 1997.
- 20) Kim SH, Suh YW, Song JS, Park JH, Kim YY, Huh K, et al : Clinical research on the ophthalmic factors affecting 3D asthenopia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 49 : 248-253, 2012.
- 21) Wright KW, Edelman PM, McVey JH, Terry AP, Lin M : High-grade stereo acuity after early surgery for congenital esotropia. *Arch Ophthalmol* 112 : 913-919, 1994.
- 22) Ing MR : Outcome study of surgical alignment before six month of age for congenital esotropia. *Ophthalmology* 102 : 2041-2045, 1995.
-