

*Subretinalis elektronikus chip*

***Készítette:***  
Esztergályos Ivett  
Biológus MSc  
II. évfolyam

A retinitis pigmentosa öröklődő ideghártya-elfajulással jár. A szem ideghártyájában a fotoreceptorok progresszív pusztulása következtében a fény nem tud ingerületet kiváltani. A betegség lefolyása miatt a betegek nagy többségénél fiatal serdülőkorban megkezdődik a látás fokozatos romlása. Már fiatal felnőttkorban is kialakulhat a fényérzés nélküli állapot. Ebben a szakaszban azonban az elpusztult fotoreceptorokon kívül az ideghártya többi alkotóeleme részben megtartja működőképességét. Ez indokolja, hogy az implantátum elsősorban azon betegségekben alkalmazható, amikor az ideghártya további sejtjei a látópályával együtt még alkalmasak a látás alapját képező elemi fényjelenségek észlelésére és a kiváltott ingerület továbbítására. A beültetett készülék ideghártyához kapcsolódó része az elpusztult fotoreceptorokat helyettesítve pótolja azok működését és az épen megmaradt sejteket ingerli elektromos úton. A működési elv ismeretében egyértelmű, hogy más szemészeti betegségek esetén, amikor a szem egyéb részei is károsodtak, illetve a látóideg elhal, akkor az implantátum nem képes ingerületet kiváltani. Ez esetekben, az agykéreg felszínére helyezett elektródák alkalmazása jelenthet megoldást a későbbiekben.

### **Subretinalis implantátum felépítése**

A microphotodióda array (MPDA) egy fényérzékes 3,0x3,1 milliméteres CMOS-chip, amely 1500 pixelgeneráló elemből áll, amely 20 mM vastag poliamid fólián helyezkedik el. További 16 elektróda kapcsolódik a vizsgálati helyszínhez, amely a közvetlen elektromos ingerlést biztosítja. A subretinalis implantátum alapvető tulajdonsága, hogy az elpusztult fotoreceptorok rétege és az ideghártya külső pigmentepitheliuma között helyezkedik el. A legfejlettebb subretinalis implantátum intraocularis része 1500 mikroelektródát tartalmaz. A retina és a pigmenthám között futó, chipből induló vezeték az ínhártyán át az orbitába jut.

#### *Microphotodióda tömb*

Mind az 1500 MPDA elem független szomszédjától. Minden elem tartalmaz egy fényérzékes fotodiódát, amelyet differenciál erősítővel ellenőriznek, aminek a vége egy titán-nitrid elektród. A fotodiódákon másodpercenként történik a kép rögzítése.

### **Hogyan működik a chip?**

Az implantátum 3 mm átmérőjű és 100 µm vastagságú microchipet tartalmaz, közel 1500 pixel mezővel a felületén. A pixel mérete 70x70 µm. Minden pixelhez egy darab fotocella, egy erősítő egység és stimuláló elektród illeszkedik. Fotocellák a beeső fény energiáját abszorbeálják, és azt elektromos jellé alakítják át. A jelek külső energia közvetítésével ideghártyából induló még működő idegrostokat készítenek. Az idegi impulzusok, melyeket a retinába fellelhető sejtek a látó idegen keresztül juttatnak az agy látásért felelős. Az implantátum megfelelő működésének nélkülözhetetlen feltétele a kifogástalanul működő látóideg. A jelen vizsgálat során a készülék működtetéséhez szükséges energiát kívülről, a beteg nyakába elhelyezett kis kiegészítő dobozból biztosítják.

### **Hogyan végeztek pszichofizikai tesztek?**

A műtét után 7-9 nappal, elektromos inger tesztekkel végeztek a DS vizsgálat helyszínén. A fény által kiváltott vizuális funkciókat MPDA- tömb segítségével négy pszichofizikai vizsgálattal értékelték: könnyű felismerés, időbeli felbontás, objektum lokalizáció és mozgás érzékelő segítségével "fény és mozgás" teszt.

Ha sikeres volt, akkor további három lépés követte: csíkos minták megismerése, a mindennapi élet tárgyainak felismerése és a látásélesség vizsgálat. Ha ezeket a feladatokat sikeresen elvégezték, nagyobb kihívást jelentő feladatokat állítottak a betegek elé ez az alternatív módszer az erőltetett-választás volt. Annak érdekében, alkalmazták, hogy teszteljék a statisztikai jelentőségét a beteg teljesítményének. Minden tesztnek külön két feltétele van: a "Power ON" és a "Power OFF".

### **Milyen eredményeket mutatott a vizsgálat?**

Különböző időtartamú impulzusokat alkalmazták DS vizsgálati helyszínen. Minden beteg észlelte az egyetlen elektródának az egyetlen impulzus stimulációját (0,5-6 ms impulzus, jellemzően 20-60 nC egy elektróda). Az 1 és 2 beteg az inger hatására fehér pontokat a harmadik beteg hosszúkás, és rövid fehér / sárgás vonalakat észlelt. Amikor aktiválták mind a négy elektródát mind a három beteg pontosan, meg tudta különböztetni a függőleges vonalakat a vízszintes vonalaktól néhány másodpercen belül, és ez spontán módon jelentette nekik az egyenest. Egyszerű mintákat is bemutattak a DS-tömbön pulzáló elektródákkal egymás után, minden egyes elektróda be volt kapcsolva 3-6 ms időközönként 208 ms. Az 1 és 2 beteg pontosan meg tudta különböztetni ezeket, a mintákat egymás után, de a 3 beteg nem. Továbbá, az 1 beteg helyesen meg tudta különböztetni "U"-tól "I" betűt, és a négyzeteket a háromszögtől, ha csak egy aktív elektróda volt. 2 beteg megkülönböztetett véletlenszerűen egyenként bemutatott négy betűt 4AFC-módban (pl. C, I, L, O, I, L, V, T).

### **Milyen látás érhető el a chip segítségével?**

A chip technikai jellemzői lehetővé teszik, hogy a látássérült beteg visszanyerje az önálló közlekedéshez, a tárgyak és személyek felismeréséhez elegendő látását a látóterének körülbelül 11°-os területében.

### **Következtetés**

Ez a tanulmány bebizonyította, hogy a subretinalis mikro-elektroda tömbökkel helyre tudják állítani a vizuális érzékelést. Örökletes retina degenerációban szenvedő betegek észleletek olyan mértékben, hogy felismerték a tárgyakat, akár leveleket is tudtak olvasni. Annak ellenére, hogy sok a fennmaradó biológiai és technikai kihívás, eredményeik reményt, adtak, hogy helyre tudják állítani a vakok látását. Az elektronikus retina protézisek segítenek azoknak, akiknél nem válik be a génterápia és / vagy neuroprotektív szerek alkalmazása. Előnye, az hogy minden része a beültetett készüléknek láthatatlan a szervezetben, nem támadja meg az immunrendszer. A belső retina feldolgozás alkalmazható, folyamatos, stabil térbeli kép elkészítésére. A hosszú távú stabilitás további fejlesztése szükséges. Több chip beültetésével megnövelt méretű területen keresztül jobb kontraszt, jobb térbeli felbontás érhető el. A jelen tanulmány alapján, az elektronikus subretinalis eszközök javítanak a vizuális funkciót a teljesen vakoknál és gyengén látóknál, amely lehetővé teszi a lokalizálást, a tárgyak felismerését és akár az olvasási képesség visszanyerését.

## **Felhasznált irodalom:**

EBERHART ZRENNER, KARL ULRICH BARTZ-SCHMIDT, HEVAL BENAÏ, DOROTHEA BESCH, ANNA BRUCKMANN: Subretinal electronic chips allow blind patients to read letters and combine them to words, 2010 The Royal Society