

電極表面処理した半導体デバイスによる精子機能の評価

Evaluation of sperm function using semiconductor device improved by surface treatment

東京大学大学院工学系研究科

齋藤 暁子、坂田 利弥

School of Engineering, Univ. of Tokyo

A. Saito, T. Sakata

sakata@biofet.t.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】着床前診断(Preimplantation genetic diagnosis;PGD)とは、受精卵の段階でその遺伝子や染色体を解析し、受精卵が子宮に着床・妊娠成立する前に、染色体や遺伝子に異常の有無を検査する医療技術である。しかしながら、PGD の実際は体外受精-胚移植前の分割胚から一部の胚細胞を生検して診断することが基本技術となっているため、日本において特有な事情を考慮し限定された対象に対して実施されている。そこで、多面的に妊孕性の評価が可能となれば、倫理的な面を考慮し定量的に評価を行うことが可能となる。そこで本研究では、特に受精前の精子機能や受精能力の状態を細胞呼吸を指標として半導体原理により簡便に計測・評価可能か検討する。

【実験方法と結果】評価には、 $\text{Ta}_2\text{O}_5/\text{Si}_3\text{N}_4$ ($/\text{SiO}_2$)をゲート絶縁膜とする n チャネルデプレッション型の FET、すなわち Ion Sensitive Field Effect Transistor(ISFET)とゲート電極をトランジスタから伸長した伸長ゲート型電界効果トランジスタ(Extended gate FET; EGFET)を用いた。まず、ISFET により精子呼吸活性の計測を行い、一方で EGFET のゲート電極を表面処理することで精子先体反応の計測を行った。EGFET では、スパッタリング法により作製した Au 電極表面にカルボキシル基を末端に有するチオール化合物を化学修飾し、マウス精子先体反応の受容タンパク質として知られる ZP3(N-20:SANTA CRUZ)を電極表面のカルボキシル基とアミド結合により固定した。ZP3 固定の確認には、FITC(donkey anti-goat IgG-FITC:SANTA CRUZ)にラベル化された抗体を用いて蛍光顕微鏡により確認した。次に、ISFET および EGFET の 2 種類の電極を用いてマウス精子液中の電位変化を評価した。まず、9~10 週齢の ICR 系雄マウスを屠殺後、精巣上体尾部を摘出し培養液内で採精し、受精能を獲得させた精子を使用した。その後、最終濃度精子数に調整した希釈精子浮遊液を各センサー上に添加した。精子の計測は添加後 5h から 6h 行い評価した。電気特性評価には半導体パラメータアナライザーおよびリアルタイム FET 測定装置を用いた。培養液をセンサー表面上に前日より炭酸ガス培養器内(5% CO_2 , 37°C、湿度 95~97%)に静置し気相雰囲気中で平衡化させた。前回までに、生殖細胞の機能評価には、ゲート電極の材料やその表面処理をすることにより、計測対象物に合わせたゲート電極設計が重要であることを報告した。さらに本研究では、ISFET および EGFET の電極表面処理を重ね再現性と定量性を評価・考察した。当日は、以上の ISFET および EGFET による精子機能の評価結果についても議論したい。

(参考文献)

- 1.新編 精子学;毛利 秀雄,星 元紀,森沢 正昭,星 和彦,岡部 勝 著/東京大学出版会.
- 2.卵子学;森 崇英,麻生 武志,石塚 文平,苛原 稔,岡村 均,久保 春海,香山 浩二,小西 郁夫,佐々木 裕之,佐藤 英明,野瀬 俊明 著/京都大学学術出版会.