

超声波对于生物的某些影响

任安琦

(中国科学院动物研究所)

二十多年以前 Schmitt 和 Uhlemeyer (1930) 对于变形虫和星鱼及海胆的卵做了很有价值的研究。他们发现超声波使细胞内原生质产生了紊乱的流动, 原生质的胶体结构也有明显的变化。似乎细胞的内含物都被搅乱了, 原生质的凝胶和溶胶之间也随着引起了改变。但这些变化并没有使细胞引起不可逆的损伤以致影响到生命的持续。只要细胞膜是完整的话, 在用超声波处理停止以后原生质还可以恢复原状, 并且可以继续分化。从他们的实验中我们得到以下两点结论: (1) 超声波可使细胞内的原生质产生紊乱的流动。(2) 细胞膜的破坏与否对于细胞的损伤与否起着关键性的作用。Wood 和 Looms (1927) 认为, 超声波处理导致细胞死亡的原因主要在于这种处理使细胞产生了空化作用 (cavitation) 所致。以上工作在 Dognon 和 Biancani 的著作 (1937) 中曾有详尽的总结。

Ditmar (1948) 的实验指出, 瘤细胞在轻微的超声波环境下, 它的细胞膜会很快地膨胀起来, 但在处理开始后短时间内, 细胞核却还没有受到影响。这是因为超声波引起了细胞膜渗透压的改变。假使在细胞周围体液内含有足够的保护性蛋白质, 那末超声波对渗透压的影响就会减少或者被抑制。Lepeschkin 等人 (1949) 发现了超声波 (400KC, 20w/cm²) 可使水绵和绿藻对于 KNO₃ 和其他几种染料的渗透压力有所增强。

超声波的杀菌作用是很强的。Horton (1950) 从实验探明了大肠杆菌经过了 400 KC 和 30 w/cm² 的超声波处理后被杀死的情况。超声波可使对细菌的致死温度稍稍降低, 而在该温度下杀菌的时间可以大大地缩短。在普通不受超声波影响的情况下, 细菌需在致死温度中 20 分钟才能死亡。可是在强度很高的超声波处理下, 虽然温度稍低, 只要 1 分钟或不到 1 分钟

就可使 99.9% 的细菌死亡。生化作用的平衡一般决定于温度, 这里超声波似乎起着催化作用。缩短了生化反应的时间常数。

Wallace (1949) 发现水仙 (*Narcissus*) 根端增生组织在用 400 KC, 10 w/cm² 的超声波处理过后, 细胞核中的染色体发生了畸变。Wallace 用超声波处理向日葵的幼苗发现了可以传到后代的遗传变异。他认为真正的遗传性突变。

Selman (1952) 用超声波处理鸡胚心脏成纤维细胞的组织培养得到下列结果: a) 超声波强度高于 2.5 w/cm² 时, 组织被破坏而死亡。b) 超声波强度低于 2 w/cm² 时, 对于组织和细胞的外表或对细胞的有丝分裂来看都没有影响。c) 超声波强度为 2.5 w/cm², 处理时间为 5 分钟时, 在细胞的染色体中产生了黏着性的“桥”。这些“桥”是在没有被破坏而仍进行着正常有丝分裂的细胞中发现的。从 11 个组织培养的片子的观察所得统计资料, 染色体畸变的百分率为 35%。另外观察了 40 个未经处理的组织培养片子。在这些对照的细胞中没有发现染色体桥或其他畸变。这些有畸变的染色体的黏着性是很显著的, 不同于正常的。染色体都融合在一起, 外表上看来似乎是染色质起了凝胶作用。在中期, 有时成块的染色体移位而离开了赤道板。在休止期的细胞经过 2.5 w/cm² 强度的超声波处理一般还是正常的, 也有少数的细胞核有退化或固缩的现象。

Selman 认为, 超声波引起的染色体黏着性是由于细胞核中凝胶的硬度有所减低的缘故。超声波能引起凝胶和溶胶的改变, 在前面的例子已经提到。他认为超声波所引起的染色体黏着性是和电离辐射或其他因素引起的有所不同。Darlington 曾假设后者产生的黏着性是因为染色体中 DNA 分子表面的电子极化所

致。

Wachsman (摘自 Hueter, 1951) 发现超声波对于微小的水生动物致死影响有临界强度。低于某个强度即使处理时间很长也不能对它们引起损伤。温度的改变对于超声波的作用也有很大的影响,如强度相等,温度越高,致死所需时间也就越短。根据组织学观察,活蝌蚪的肌肉纤维经超声波处理会产生破碎现象。但如将蝌蚪麻醉后,或将肌肉取出体外再经同样条件的超声波处理就不会产生肌肉破碎现象。因此就有了如下的假设:超声波可能刺激运动神经引起反射而使肌肉纤维产生收缩而最后使其破坏。由此看来,超声波的作用可能是很复杂的。

Kawano Morikuni 用小剂量的超声波(800 β 处理时间 12 秒—20 分钟)处理海胆 (*Hemicentrotus pulcherrimus*) 的精子。特别在 10—30 秒钟的处理下,显著地缩短了囊胚形成及其孵化的时间。从我们最近进行的超声波处理成熟金鱼的初步结果来看,超声波使仔鱼在胚胎发育过程中出现的畸形的频率较在正常情况下大大的增加了。这说明超声波对于生物的影响是

很大的。我们相信,只要探寻出合适的超声波条件,一定能用它来促进动植物的生长发育并且用它来诱导出有利于人们的优良品种的动植物。

参 考 文 献

- [1] Dittmar, C.: 1948. *Strahlentherapie*, 78, 217.
- [2] Dognon & Biancani: 1937. *Ultra-sons et Biologie*. Ganthier & Villars, Paris.
- [3] Horton, J. P.: 1950. M.I.T. *Sanitary Engineering Dept. Report*. R. G. 2093.
- [4] Hueter, T. F.: 1951. *Chemical engineering Progress, Symposium series No. 1*. Vol. 47.
- [5] Lepeschkin, W. W. & Goldmann, D. E.: 1949. N.M.R.I. Report, Naval Medical Center, Bethesda Md.
- [6] Morikuni, Kawano: 1956. *Bull. Exptl. Biol.* 6, 1:10.
- [7] Selman, G. G.: 1952. *Exptl. cell reseach.* 3, 656—680.
- [8] Schmitt, F. O. & Uhlemeyer, B.: 1936. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 27, 626.
- [9] Wallace, R. H.: 1949. *Am. J. Botany* 36, 230.
- [10] Wood, R. W. & Looms, A. L.: *Physiol. Rev.*, 29, 373.