空腹期収縮運動からみた犬同所性同種移植小腸 における運動機能の検討

奈良県立医科大学第一外科

清水 良祐, 松 為 泰 介, 朴 秀 一
金 泉 年 郁, 中 野 博 重

STUDIES ON INTERDIGESTIVE INTESTINAL MOTILITY OF THE
ORTHOTOPIC ALLOTRANSPLANTED CANINE SMALL BOWEL

Ryosuke SIMIZU, Taisuke MATSUI, Soo-il PARK,
Toshifumi KANAIZUMI and Hiroshige NAKANO

*The First Department of Surgery, Nara medical University
Shijocho 840, Kashihara, Japan*

We evaluated interdigestive moter patterns in the allotransplanted small bowel, in comparison with orthotropic allotransplanted canine jejunoileum and orthotropically autotransplanted canine jejunoileum or intact ones by using strain gage force transducers which were sewn to the serosal surfaces of the duodenum, jejunum and ileum.

Interdigestive intestinal motility of each conscious dogs was recorded at 2 weeks, 4 weeks and 8 weeks after each operation.

1. No significant differences were recognized on the mean durations of Interdigestive migrating contractions (IMC) of the duodenum among three groups.

2. Interdigestive migrating contractions (IMC) appeared at the autotransplanted jejunoileum with shorter duration than duodenum, and lacked of coordination between the intact duodenum and the transplanted jejunoileum for at least 8 weeks after the operation.

3. IMC also appeared at the allotransplanted jejunoileum with shorter duration than duodenum and lacked of coordination between the intact duodenum and the transplanted jejunoileum for at least 8 weeks after the operation. These characteristic moter patterns were similar to those of autotransplanted dogs.

These observations suggest that intrinsic nervous system, believed to be important for initiation of the IMC of small bowel, were preserved even in the allotransplanted small bowel. Thereafter, effective immunosuppression must allow small bowel allotransplantation to become clinical reality.

Key Words: Allotransplanted jejunoileum, Autotransplanted jejunoileum, Strain gage force transducer, Interdigestive migrating contractions (IMC), immunosuppression

緒 言

Short bowel syndrome のため在宅栄養を余儀なくされている患者にとって朗報とも言うべき小腸移植は、欧米においては臨床応用の報告

例が散見されつつあり (Delts *et al.*, 1990), また本邦においても臨床応用実現への気運がたかまりつつある。しかし、小腸移植には拒絶や

graft versus host disease (GVHD) の克服をはじめ移植小腸の吸収能の問題など多くの研究課題が山積みされているのが現状である。運動機能に関しても、移植小腸は腸管の横切離、外来神経の切離や長時間の虚血操作などをうけるために何らかの変化が生じることが予想されるが未だ充分な検討が成されておらず、また最も

必要とする同所性同種移植小腸の運動機能に関する報告は見られない。

そこで今回我々は、雑種成犬を用いて同所性同種全空回腸移植を行い、strain gage 法により移植小腸の収縮運動を観察検討し、若干の知見を得たので報告する。

方

1. 実験動物

実験動物は体重 15 kg 前後の雑種成犬を用い、手術開始 24 時間前より絶食とした。

2. 方法

(1) 実験群の作成方法

実験群は 3 群作成した。

(i) 無処置群

全身麻酔下に単開腹のみを施行した無処置犬を作成した。

(ii) 自家移植群

全身麻酔下に開腹し、トライツ氏靱帯から約 5 cm 肛門側のところと回腸終末部から約 5 cm 口側のところでそれぞれ小腸間膜を切離し、さらに下臍十二指腸動静脈より近傍末梢側にて上腸間膜動静脈の周囲を約 1 cm にわたって剝離後切離し、ほぼ全空回腸を摘出した。ヘパリン 100 U/kg を全身投与後、摘出腸管を腹腔内に戻し上腸間膜動静脈をそれぞれ 7-0 ポリプロピレン糸による連続縫合にて端々吻合した後、空回腸を Albert-Lembert 縫合による端々吻合により再吻合し、全空回腸同所性自家移植を行った。術後持続輸液 1,000~1,500 ml/day の投与を行い、経口投与は通常術後 3 日以後とした。

(iii) 同種移植群

donor 犬を全身麻酔下に開腹し、トライツ氏靱帯から約 5 cm 肛門側のところと回腸終末部から約 5 cm 口側のところでそれぞれ小腸間膜を切離し、さらに下臍十二指腸動静脈より近傍末梢側にて上腸間膜動静脈を約 1 cm にわたって周囲組織より剝離後切離し、ほぼ全空回腸を摘出し graft とした。切離したリンパ管および神経叢はそれぞれ結紮した。摘出した graft は直ちに動脈切断端からカニューレーションし、

法

Kanamycin 500 mg とヘパリン 2,000 U を加えた 4°C 乳酸リンゲル液 1,000 ml にて 90 cm の落差灌流を行った。次に、全身麻酔下に開腹し同様に空回腸を摘出した recipient 犬の上腸間膜動静脈の切離端に graft の上腸間膜動静脈をそれぞれ 7-0 ポリプロピレン糸による連続縫合にて端々吻合した後、空回腸を Albert-Lembert 縫合による端々吻合により再吻合し、同所性同種全空回腸移植を行った。

なお、免疫抑制剤として Cyclosporine-A8 mg/kg を移植翌日より連日静脈内に投与した。また、術後連日に輸液 1,000~1,500 ml/day の投与を行い、食餌の経口摂取は通常術後 5 日以降とした。

各群とも全身麻酔はサイアミラール 5 mg/kg で導入後気管内挿管し、ベンチレーターによる呼吸管理を施行した。麻酔の維持はケタミン 2 mg/kg とバンクロニウム 0.04 mg/kg の静脈内投与により行った。

(2) strain gage 法による観察

各々の実験群において、開腹手術時に strain gage force transducer (以下 SG, スターメディカル社: F12IS) を Fig. 1 のごとく十二指腸下行脚、およびこの部位より肛門側約 70 cm の空腸 (移植犬では空腸の再吻合部より肛門側 40 cm)、そしてさらに約 70 cm の回腸 (移植犬では回腸の再吻合部より口側 40 cm) の計 3 箇所それぞれ縫着し、導線は腹壁から皮下を通じて後頸部より体外へ誘導した。SG の導線はホーイストンブリッジを内蔵したアンプ (スターメディカル社: FS08M) に接続し、さらにポリグラフ (日本光電: RM6000) に入力し、紙送り速度 2.5 mm/min にて記録した。

各群とも術2週間後より、16時間以上絶食後に7時間以上にわたって無拘束意識下の小腸空腹期収縮運動 (Interdigestive migrating contractions: 以下 IMC) を記録し、IMC の出現、

実 験

各群とも2週間以上健常に生存した実験犬のみを対象とし、各群の固体数を5頭ずつとした。これらの対象犬のうち自家移植群は全例8週以上生存した。同種移植群では移植2週間以上生存したのは全例の5頭で、うち4週間以上生存したのは3頭、うち更に8週以上生存したのは1頭であった。

また、graft の阻血時間は自家移植群が約1-2時間で、同種移植群が約2-3時間であった。

1. IMC の出現および伝播様式 (General Description and Propagation of IMC)

(i) 無処置群

無処置群の十二指腸、空腸及び回腸の IMC

Fig. 1. The schema of the transplanted jejunoileum and the transducer implanted sites. Strain gage force transducers were sewn to the serosal surfaces of the duodenum, transplanted jejunum and transplanted ileum.

伝播様式および持続時間について検討した。

なお、数値は平均値±標準偏差 (Mean±SD) で表示し、統計処理は Student's t-test を用い、 $p<0.05$ で有意差ありとした。

結 果

の出現および伝播様式例は Fig. 2 に示した。

十二指腸に発生した IMC は、空回腸に伝播し、規則正しい周期性を示した。

(ii) 自家移植群

自家移植2週目の十二指腸、移植空腸及び移植回腸における IMC の出現および伝播様式例は Fig. 3 に示した。

十二指腸の IMC は、無処置犬の十二指腸に観察されたように規則正しく出現した。

一方、自家移植空回腸には IMC が出現し、その頻度は十二指腸の IMC より頻回であった。

伝播については自家移植空回腸の IMC は、十二指腸の IMC とは独立して出現したが、移植空回腸に出現した IMC は口側から肛門側へ伝播した。

移植4週目および移植8週目の IMC は、それぞれ Fig. 4 と Fig. 5 に代表例で示したごとく、共に移植2週目と同様の出現様式および伝播様式を示した。

(iii) 同種移植群

同種移植2週目の十二指腸、移植空腸及び移植回腸における IMC の出現および伝播様式例は Fig. 6 に示した。

十二指腸の IMC は、無処置犬の十二指腸に観察されたように規則正しく出現した。

同種移植空回腸にも IMC の出現を認め、十二指腸の IMC より頻回であった。また、同種移植空回腸の IMC は、十二指腸の IMC とは独立して出現し、移植空回腸内では口側から肛門側への伝播を示した。

移植4週目および移植8週目の IMC は、それぞれ Fig. 7 と Fig. 8 に代表例を示したごとく、移植2週目と同様の出現様式および伝播様式を示した。

2. IMC の平均持続時間 (Mean Duration of IMC)

Fig. 2. Recordings of interdigestive intestinal motor pattern from the intact duodenum, jejunum and ileum of the control dog. Interdigestive migrating contractions (IMC) occurring at duodenum migrated sequentially through jejunum, and ileum.

Fig. 3. Recordings of interdigestive intestinal motor pattern from the orthotopic jejunoileal autotransplanted dog after two weeks. Interdigestive migrating contractions (IMC) occurred in the intact duodenum and in the autotransplanted jejunoileum. The IMC in the jejunoileum occurred independently of the IMC in the duodenum, and the IMC in the jejunum migrated sequentially through the ileum.

(i) 無処置群

十二指腸の IMC の平均持続時間は 126.9 ± 3.0 min で、空腸の IMC の平均持続時間 121.8 ± 5.8 min および回腸の IMC の平均持続時間 121.4 ± 4.0 min と有意差を認めなかった。

(ii) 自家移植群

自家移植群 IMC の平均持続時間は Fig. 9 に示した。

十二指腸の IMC の平均持続時間は、2 週目 134.0 ± 8.3 min, 4 週目 133.0 ± 7.9 min, 8 週目 133.6 ± 6.2 min で移植後の経過において有意差を認めず、またいずれの時期においても無処

置群の十二指腸の IMC の平均持続時間と有意差を認めなかった。

自家移植空回腸における IMC については、2 週目は空腸 87.2 ± 10.4 min, 回腸 88.9 ± 10.5 min, 4 週目は空腸 89.0 ± 10.9 min, 回腸 90.3 ± 11.5 min, 8 週目は空腸 93.5 ± 9.9 min, 回腸 94.1 ± 10.6 min といずれの時期においても、空腸、回腸ともに十二指腸の IMC の平均持続時間と比べて有意な ($p < 0.01$) 短縮を示した。また、2 週目、4 週目および 8 週目の時間経過には有意差を認めなかったが、移植 8 週目は移植 2 週目に比べ延長傾向を示した。

Fig. 4. Recordings of interdigestive intestinal motor pattern from the orthotopic jejunoileal autotransplanted dog after four weeks. Interdigestive migrating contractions (IMC) occurred in the intact duodenum and in the autotransplanted jejunoileum. The IMC in the jejunoileum occurred independently of the IMC in the duodenum, and the IMC in the jejunum migrated sequentially through the ileum.

Fig. 5. Recordings of interdigestive intestinal motor pattern from the orthotopic jejunoileal autotransplanted dog after eight weeks. Interdigestive migrating contractions (IMC) occurred in the intact duodenum and in the autotransplanted jejunoileum. The IMC in the jejunoileum occurred independently of the IMC in the duodenum, but the IMC in the jejunum migrated sequentially through the ileum.

(iii) 同種移植群

同種移植群 IMC の平均持続時間は Fig. 10 に示した。

十二指腸の IMC の平均持続時間は、2 週目 132.6 ± 6.0 min, 4 週目 130.2 ± 5.1 min, 8 週目 126.9 ± 6.0 min でともに無処置群の十二指腸の IMC の平均持続時間と有意差を認めなかった。

同種移植空回腸における IMC については、2 週目は空腸 92.8 ± 13.9 min, 回腸 93.4 ± 14.1 min, 4 週目は空腸 93.6 ± 15.1 min, 回腸 $94.6 \pm$

16.3 min, 8 週目は空腸 94.8 ± 13.4 min, 回腸 96.1 ± 12.9 min と各時期とも十二指腸の IMC の平均持続時間と比べて有意な ($p < 0.05$) 短縮を示した。また、移植後の経過時期での比較では 2 週目, 4 週目, 8 週目間に有意差を認めなかった。さらに自家移植群の空回腸との比較では各々対応する時期の IMC の平均持続時間に有意差を認めなかった。

Fig. 6. Recordings of interdigestive intestinal motor pattern from the orthotopic jejunoileal allotransplanted dog after two weeks. Interdigestive migrating contractions (IMC) occurred in the intact duodenum and in the allotransplanted jejunoileum. The IMC in the jejunoileum occurred independently of the IMC in the duodenum, but the IMC in the jejunum migrated sequentially through the ileum.

Fig. 7. Recordings of interdigestive intestinal motor pattern from the orthotopic jejunoileal allotransplanted dog after four weeks. Interdigestive migrating contractions (IMC) occurred in the intact duodenum and in the allotransplanted jejunoileum. The IMC in the jejunoileum occurred independently of the IMC in the duodenum, but the IMC in the jejunum migrated sequentially through the ileum.

考

近年免疫抑制剤の開発により心臓、肝臓、腎臓、膵臓等の臓器移植後の長期生存が可能になり、臨床小腸移植についての報告も散見される(Deltz *et al.*, 1990) ようになった。しかし、小腸移植には拒絶反応や GVHD といった免疫の問題のみならず、移植小腸の消化吸収や運動機能といった問題もあり、これらを解明する必要がある。

我々が今回移植小腸の運動機能の観察に用いた strain gage 法によると、健常状態下では消

察

化管の収縮運動は食後期 (digestive stage) から移行期を経て空腹時 (interdigestive stage) へと移行し (Szurszewski *et al.*, 1969), 食後期と空腹期では全く異なった運動様式が観察される。この空腹期収縮運動は Interdigestive migrating contractions (IMC) と呼ばれており、無処置犬で示したごとく周期的に繰り返して発現し、口側から肛門側へ伝播する。そして、IMC は出現順に phase I から phase IV の 4 期に分類されており、phase III (sudden onset

allotransplantation after 8 weeks

Fig. 8. Recordings of interdigestive intestinal motor pattern from the orthotopic jejunoileal allotransplanted dog after eight weeks.

Interdigestive migrating contractions (IMC) occurred in the intact duodenum and in the allotransplanted jejunoileum. The IMC in the jejunoileum occurred independently of the IMC in the duodenum, but the IMC in the jejunum migrated sequentially through the ileum.

Fig. 9. Mean durations of interdigestive migrating contractions (IMC) of jejunoileal autotransplanted dogs.

The mean durations of in the intact duodenum after 2, 4, 8 weeks were not different statistically. The mean durations of IMC in the autotransplanted jejunoileum after 2, 4, 8 weeks were shorter than each mean durations in the intact duodenum statistically ($p < 0.01$).

and continuous occurrence of large burst) が IMC の最も特徴ある波形とされている (Code *et al.*, 1975, Itho *et al.*, 1978).

犬における移植腸管の空腹時の運動を検討した我々の成績では、全空回腸の自家移植小腸に移植後 2 週目の観察において IMC の発現を認めた。Aeberhard ら (1980) もブタの部分的な同所性自家小腸移植を行い、移植 graft に IMC の出現を認めたと報告しており、自家移植後の小腸には IMC が出現すると考えられる。

一方、同種移植小腸にも移植 2 週目には全空回腸に IMC 様の収縮波群を認めた。文献的には同所性同種移植小腸に IMC を観察したとする報告は見られないが、我々の同所性同種移植小腸の空腹時に認められた強収縮波群はほぼ周期的に出現し、口側から肛門側へ伝播するという IMC の特徴を有していたことから我々が同種移植小腸に観察した強収縮波群は IMC と考える。

自家移植小腸や同種移植小腸における IMC

Fig. 10. Mean durations of interdigestive migrating contractions (IMC) of jejunoileal allotransplanted dogs.

The mean durations of in the intact duodenum after 2, 4, 8 weeks were not different statistically. The mean durations of IMC in the allotransplanted jejunioileum after 2, 4, 8 weeks were shorter than each mean durations in the intact duodenum statistically ($p < 0.05$).

の発現機序として、外来神経のみを切離した腸管 loop (Bueno *et al.*, 1979, Itoh *et al.*, 1981) や外来神経切離に加え横切離後再吻合した自家小腸移植モデル (Sarr *et al.*, 1979, Sarr *et al.*, 1981) においても IMC の出現を認めていることから、小腸の IMC の発生には外来神経の支配を必要としないと考えられる。しかし、外来神経が切離された腸管においても壁在神経の多くは健常であることが証明されている (Malmfors *et al.*, 1980) ことから、IMC の発現に壁在神経に組み込まれた独自の program が重要な役割をはたしているであろうことが考えられる。そして、同種移植小腸においても IMC が認められたということは、移植操作に要する程度の虚血および灌流操作をうけても壁在神経における IMC の発現の program は保持されていることが示唆される。

次に、IMC の出現様式についてみると前述したごとく、自家移植および同種移植とも移植後早期の空回腸に出現した IMC は、十二指腸に出現した IMC に比べ出現頻度では増加、持続時間では短縮という出現様式に変調を認めた。同様の変調は Aeberhard ら (1980) の自家移植 loop や Sarr ら (1980) の自家小腸移植モデルに

においても報告されており、移植後の小腸には IMC は出現するものの出現様式に変調が生じると考えられる。出現様式に変調を生じさせる原因としては移植操作に伴う一時的な虚血による腸管の平滑筋や内在神経の障害、あるいは外来神経の遮断による影響、あるいは両者の複合効果の結果などがあげられる。この内虚血により障害が生じるか否かについては、虚血時間が約 60 分間の自家移植操作に対して同種移植操作では灌流時間を含めてその 2 倍の約 120 分を要したのに 2 群間の IMC の平均持続時間には有意差を認めておらず、120 分間程度の虚血は腸管平滑筋や内在神経に不可逆的な変成や代償不可能な機能的障害を生じさせることはないと考えられる。よって、移植操作における約 120 分間程度の虚血は内在神経に若干の影響を及ぼしたとしても術後比較的早期に回復するものと考えられる。

一方、外来神経の切離の影響について Heppell ら (1983) は空回腸の外来神経を切離した場合において空回腸の IMC の出現回数が増加したと報告し、伊藤 (1977) は外来神経を切離した loop において IMC の出現頻度が増加したことを観察している。よって、今回移植小

腸に観察された IMC の出現頻度の増加や持続時間の短縮といった変調は、術後早期は虚血の影響が加わるものの、主として外来神経切離の影響と考えられる。すなわち、外来神経は IMC の発現頻度の調節に対して抑制作用を有していると考えられる。

また、移植小腸の運動に関して体液性因子からの検討は今回行わなかったが、腸管運動に関与すると言われている内因性 motilin については十二指腸に稠密分布領域があるため、我々の施行した同所性空回腸移植の場合は motilin 分泌細胞の絶対数の不足は著しくはないと考えられる。しかも内因性 motilin は十二指腸の IMC の出現に呼応して分泌され (Sarna *et al.*, 1983), 小腸における IMC の発生に直接的な関与はない (Janssens *et al.*, 1983) と考えられていることから、移植小腸における運動への影響については現時点では考慮する必要はないと考える。

次に、十二指腸から移植小腸への IMC の伝播については、Sarna ら (1983) は小腸を 3 ケ所横切し再吻合した場合には、術後早期では分節部にそれぞれ独立した IMC の発生がみられ相互関係はなかったが、術後 45~60 日頃より回復し始めたと報告し、外来神経を温存し横切離だけを施行した場合は壁在神経が再構築されることにより IMC が伝播する可能性を示唆した。一方、我々の観察した移植後 8 週までの成績では自家移植および同種移植とも IMC が十二指腸から移植小腸へ伝播することは稀であっ

た。このように移植小腸の IMC の伝播様式の変調は長期に渡って持続したことから、recipient の十二指腸と graft 間の伝播様式の変調の原因は主に外来神経遮断の影響によるものか、あるいは recipient 腸管と graft 間の吻合部を介する壁在神経 network の再構築の破綻あるいは両者の原因が考えられる。

以上、同所性同種移植小腸の strain gage 法による収縮運動の観察により移植小腸に出現様式と伝播様式の変調を伴う IMC の発現を認めたことから、同種移植によっても小腸の壁在神経における IMC の発現そのものに関与するであろう program は保持されていることが証明された。よって、良好な免疫抑制が行われれば同所性同種移植小腸は運動機能の見地からは臨床応用が可能であることが示唆された。

さらに Cyclosporine の投与方法に関しては、Ricour ら (1980) が報告しているごとく経口投与よりも少量で血中濃度の上昇する経静脈投与をおこない、また投与量も Ricour ら (1980) が豚の同所性同種移植小腸において経静脈投与で良好な結果を得た 8 mg/kg を行ったが、犬においても 8 週以上の生存例が得られた。しかも、その同所性同種移植小腸の IMC は Cyclosporine を投与していない同所性自家移植小腸の IMC と類似した出現様式を示したことから運動機能の見地からも良好な免疫抑制剤であると言えよう。しかし、さらに長期生存を得るための免疫抑制方法の開発と、その運動機能への影響は今後の研究課題である。

結

語

雑種成犬を用いて同所性同種全空回腸移植を行い、また対照として無処置の場合および全空回腸自家移植の場合において、それぞれ十二指腸、空腸および回腸に strain gage force transducer を縫着し、無拘束意識下において空腹期収縮運動をポリグラフにて観察し以下の結果を得た。

1. 十二指腸の IMC は、無処置犬、自家移植犬および同種移植犬とも有意差のない持続時間を示した。

2. 無処置犬の空回腸の IMC は、十二指腸の IMC と同様の持続時間を示し、十二指腸の IMC からの規則正しい伝播を示した。

3. 自家移植 2 週後、4 週後、8 週後の自家移植空回腸の IMC は、十二指腸の IMC と比べて有意な持続時間の短縮を認め、また十二指腸の IMC とは独立して出現した。

4. 同種移植 2 週後、4 週後、8 週後の移植空回腸にも IMC の出現を認め、同種移植空回腸の IMC は、十二指腸の IMC と比べて有意な持

続時間の短縮を認め、また十二指腸の IMC とは独立して出現するという自家移植空回腸と類似した出現様式を示した。

本論文の要旨の一部は第 33 回日本平滑筋学会総会、第 92 回日本外科学会総会、第 5 回日本小腸移植研究会において発表した。

文 献

- Aeberhard, P.F., Magnenat, L.D. and Zimmermann, W.A. (1980). Nervous control migratory myoelectric complex of the small bowel. *Am. J. Physiol.* **238**: G102-G108.
- Carlson, G.M., Bedi, B.S. and Code, C.F. (1972). Mechanism of propagation of intestinal interdigestive myoelectric complex. *Am. J. Physiol.* **222**: 1027-1030.
- Code, C.F. and Marlett, J. (1975). The inter digestive myo-electric complex of the stomach and small bowel of dogs. *J. Physiol.* **246**: 289-309.
- Deltz, E., Mengel, W. and Hamelmann, H. (1990). Small bowel transplantation: Report of a clinical case. *Progress in pediatric Surgery*. **25**: 90-96.
- Heppel, J. Kelly, K.A. and Sarr, M.G. (1983). Neural control of canine small intestinal interdigestive myoelectric complexes. *Am. J. Physiol.* G95-G100.
- 伊藤 漸 (1977). 空腹期口側伝播収縮の自律神経支配. 日平滑筋誌 **13**: 221-223.
- Itoh, Z., Takeuchi, S., Aizawa, I. *et al.* (1978). Characteristic moter activity of the gastrointestinal tract in fasted conscious dogs measured by implanted force transducers. *Dig. Dis.* **23**: 229-238.
- Itoh, Z., Aizawa, I. and Takeuchi, S. (1981). Neural regulation of interdigestive moter activity in canine jejunum. *Am. J. Physiol.* G324-G330.
- Janssens, J., Vantrappen, G. and Peeters, T.L. (1983). The activity front migrating motor complex of the human stomach but not of the small intestine is motilin-depend. *Regul. Rept.* **6**: 363-369.
- Lillhei, R.G., Goot, B. and Miller, F.A. (1959). The physiologic response of the small bowel of the dog to ischemia including prolonged in vitro preservation of the bowel with successful replacement and survival. *Ann. Surg.* **150**: 543-560.
- Malmfors, G., Hakanson, R., Okumian, L., *et al.* (1980). Peptidergic nerves persist after jejunal autotransplantation: An experimental study in the piglet. *J. pediatric surgery*. **15**: 53-56. 1980.
- Mackenzie, R., Nordgren, S. and Lossing, A. (1982). CyclosporinA absorption in canine small intestinal transplantation. *Transplant. Proc.* **14**: 646-648.
- Ricour, C., Revillon, Y., Arnaud-Battandier, F., *et al.* (1983). Successful small bowel allografts in piglets using cyclosporine. *Transplant. Proc.* **15**: 3019.
- Sarr, M.G. and Kelly, K.A. (1981). Myoelectric activity of the autotransplanted canine jejunoileum. *Gastroenterology*, 303-310.
- Sarr, M.G., Tanaka, M. and Duenes, J.A. (1981). Jejunoileal autotransplantation: Effects on small intestinal motility. *Surgical forum*, 160-162.
- Sarna, S., Chey, W.Y., Condon, R.E., *et al.* (1983). Cause-and-effect relationship motilin and migrating myoelectric complex. *Am. J. Physiol.* **245**: G277-G284.
- Sarna, S., Condon, R.E. and Cowles, V. (1983). Enteric mechanism of initiation of migrating myoelectric complexes in dogs. *Gastroenterology*, **84**: 814-822.
- Szurszewski, J.H. (1969). A migrating complex of the canine small intestine. *Am. J. Physiol.* **18**: 658-665.