

윤충란 정량검사를 위한 Stoll 희석충란계산법과 Kato 후충도말변법의 비교

경상대학교 의과대학 기생충학교실 및 고신대학 의학부 방사선과학교실*

홍성중 · 우호춘 · 한주희 · 김호준*

요약 : Kato 후충도말변법(M.C.T.S.)과 Stoll 희석충란계산법(D.E.C.T.)으로 회충, 편충, 간흡충란 양성자 197명에 대하여 충란 정량검사를 실시하고 그 결과를 비교하여 상관함수식을 도출하였다. M.C.T.S.법에 소요된 검경시간은 표본 1매당 평균 12.6분으로 D.E.C.T.법의 14.6분보다 짧았으며, 총체부하가 낮은 감염자에 있어서도 위음성이 적었다. 각 윤충류 충란에 있어서 M.C.T.S.으로 얻은 결과를 대변 1g당 충란수(E.P.G.)로 바꾸어 주는 전환함수식은 회충의 경우 $E.P.G.=47.86 \times 10^{0.87 \log M.C.T.S.}$, 편충은 $E.P.G.=41.69 \times 10^{0.82 \log M.C.T.S.}$, 간흡충은 $E.P.G.=63.10 \times 10^{0.85 \log M.C.T.S.}$ 이었다. 장내 윤충류 감염에 대한 정량적 대변검사법으로 Kato 후충도말변법이 Stoll 희석충란계산법보다 더 유용하다고 생각되었다.

Key words: Modified Kato's cellophane thick smear technique, Stoll's dilution egg counting technique, quantitative stool examination, conversion function

서 론

장내 윤충류 감염유무를 진단하기 위한 정성적 대변 검사법으로는 적절도말법, Kato 후충도말법, formalin-ether 원심침전법 및 황산아연부유법 등이 소개되었다(Kato and Miura, 1954; Martin and Beaver, 1968). Cho *et al.* (1969)은 Kato 후충도말법이 회충, 편충 및 조충의 충란 검출률은 formalin-ether 원심침전법보다 우수하지만 동양모양선충, 간흡충 및 요꼬가와흡충의 충란 검출률은 저조하다고 하였다. 또한 전국적인 대변검사에 있어서 개선된 Kato 후충도말법을 도입하여 formalin-ether 원심 침전법의 결과와 거의 같은 성적을 얻었다고 하였다(서 등, 1969).

장내 윤충류 감염시 총체부하를 추정하기 위한 정량적 대변 검사법으로는 Stoll 희석충란계산법, 적절도말법, Kato-Katz 충란계산법 등이 있다(Stoll, 1923; Beaver, 1949 & 1950; Katz *et al.*, 1972). 이 중에서 일반적인 정량검사법으로 널리 이용되고 있는 Stoll 희석충란계산법은 수거한 대변을 실험실로 운반하여 Stoll's flask를 채우고 용액 내의 대변이 풀릴 때까지 기다려야 하므로 많은 시간이 소요된다. 또 Stoll's flask를 채우는데 필요한 대변의 양은 2 gm 또는 4 gm으로 많은데 비해 실제로 검경용 도말표본 1장을 만드는데 쓰이는 대변의 양은 5~10 mg에 불과하여 총체부하가 낮은 감염자의 경우에는 충란검출률이 낮아지는 요인이 되고 있다.

이에 비해 Kato 후충도말법은 한 장의 표본을 만드는데 40~50 mg의 대변을 사용하므로 충란 검출률이 높다고 보고되었다(Komiya *et al.*, 1960; Cho *et al.*, 1969; 서 등, 1969; Chai *et al.*, 1982). 더우기 일 정량의 대변으로 Kato 후충도말표본을 제작하여 검사 하던 정성 및 정량검사를 동시에 실시할 수 있고 보다 정확한 결과를 기대할 수 있으리라고 예측되어 왔다. 실제로 Katz *et al.* (1972)과 Peters *et al.* (1980)은 금속판형과 절망을 사용하여 일정량의 대변을 취하여 cellophane 후충도말표본을 만들어 검사한 결과 장내 윤충란의 정량검사법으로 활용할 수 있다고 보고하였다.

이러한 충란 계산법은 일정한 량의 대변에 배출되는 충란의 수를 계산하여 소화관 내에 기생하는 기생충의 총체수를 추정하는 방법들로서, 또 집단검변에서 지역적 감염량 및 그 변동을 추정하고, 구충제의 약효 판정시 충란 감소율(egg reduction rate) 산정 등 기생충 감염에 대한 전반적인 예방 및 관리대책을 수립하는 기본 자료로 활용되고 있다.

우리나라의 장내 윤충류 감염률은 1971년 84.3%이었던 것이 1976년에는 63.2%, 1981년에는 41.1%, 1986년에는 12.9%로 현저히 감소하였으며(보사부 및 건협, 1986) 총체부하도 낮은 수준으로 저하된 것으로 보고되었다(Seo, 1981; Chai *et al.*, 1982; Seo and Chai, 1987). 따라서 정성검사 뿐만 아니라 정량검사에서도 보다 검출률이 높고 도말표본 제작이 간편한 대변 검사 방법이 요망된다고 하겠다.

본 연구에서는 Kato 후충도말법을 변형하여 한 개의 대변표본에 대하여 일정량의 대변을 취하여 후충도말 표본을 제작하고 Stoll 총란계산법으로 동일 대변을 검사하여 Kato 후충도말법으로 얻어진 총란수를 대변 1 gm당 총란수(E.P.G.; eggs per gram of feces)로 전환시킬 수 있는 전환함수식(conversion function)을 구하였다.

재료 및 방법

본 실험에 사용한 197개의 대변은 한국 건강관리협회와 협조하여 제 4 차 전국 장내 기생충감염률 실태조사에서 회충, 편충 및 간흡충 총란 양성인 사람들로부터 수거하였다.

총란 1종 양성자(single infection)는 132명(회충 47명, 간흡충 84명, 편충 1명)이었으며, 총란 2종 양성자(double infection)는 56명(회충과 편충 36명, 회충과 간흡충 2명, 편충과 간흡충 18명), 총란 3종 양성자(triple infection)는 9명이었으며 회충 및 편충, 간흡충에 감염되어 있었다.

표본을 만들기 전에 Stoll(1963)의 방법에 따라 대변의 고형도를 분류하고 각 대변으로 1장의 cellophane 후충도말표본을 만들어 1회씩 검사하였다. Martin과 Beaver(1968) 및 Katz 등 (1972)의 방법을 변형하여 slide glass의 무게를 단 다음 구멍 뚫린 판지(두께 1.2 mm; 구멍 지름 7 mm; 구멍용적 0.0462 ml)를 slide 위에 올려 놓고 철망으로 걸러낸 대변으로 판지의 구멍을 채웠다. 판지를 들어 내고 대변과 slide glass를 함께 달아서 사용된 대변의 무게를 산출해 내었다. 미리 Kato 용액을 칠적시켜 두었던 cellophane 지 (22×40 mm)를 대변 위에 덮고 고무 마개로 눌러서 얇게 폈다. 제작된 표본을 실온에서 30 분 이상 건조시켜 투명하게 한 다음 현미경 100배로 관찰하면서 각 기생충의 총란수를 세었다. E.P.G.는 Stoll's flask에 대변을 넣기 전·후의 무게를 달아 사용한 대변의 무게를 구하고 통상적인 Stoll 회석 총란계산법으로 검사하였다.

상기 두 방법으로 동일 대변에 대하여 얻어진 M.C.T.S.값과 E.P.G.값을 상용로그 자료변형(data transformation)시킨 다음 적합도 검정(test of goodness of fit)을 하여 각각의 결과가 정규분포를 하는지 0.5%의 유의수준을 가지고 확인하였다. \log_{10} M.C.T.S.값과 \log_{10} E.P.G.값과의 상관계수는 t검정으로, 직선 회귀방정식의 회귀계수(regression coefficient)는 F검정으로 0.5%의 유의수준을 가지고 확인하였다. 통계학적 적용에 유리한 \log_{10} M.C.T.S.와 \log_{10} E.P.G.를 이용하여 Kato 후충도말법으로 얻은 값(M.C.T.S.)을 Stoll 회석총란계산법에 의한 E.P.G.값으로 전환시킬 수 있는 전환함수식을 구하였다.

결 과

대변의 고형정도는 Stoll의 보정인수 ×1에 해당되는 formed stool이 5%이었고, ×2에 해당되는 mushy stool이 83%이었으며, ×3에 해당되는 mushy diarrheic stool이 11%, 그리고 ×4에 해당되는 diarrheic stool이 2%이었다. Kato 후충도말법으로 도말 표본 1장을 만드는데 필요한 대변의 무게는 평균 0.052 gm이고 표준편차는 0.008 gm이었다. Stoll's flask 4 ml을 채우는데 필요한 대변의 무게는 평균 4.55 gm이고 표준편차는 0.50 gm이었다.

Kato 후충도말법으로 제작한 표본 1장을 검정하는데 소요된 시간은 평균 12.6분(2~47분)이었으며 Stoll 회석도말표본 1장을 절경하는데 필요한 시간은 평균 14.3분(6~38분)이었다. 이 검정시간은 총란수가 많을수록, 총란의 종류가 여러가지 일수록 증가하였다.

회충란 양성 대변 89개의 검사 결과 Kato 후충도말법법에 의한 대변 표본 1매당 회충란 수는 평균 729.0개, 표준편차 1,259.0이었다. 상용로그로 자료변형한 \log_{10} M.C.T.S.의 분포는 적합도 검정에서 χ^2 값이 5.18로 정규분포를 하였으며(d.f.:5, $p < 0.005$) 기하평균(geometric mean)은 257.04, 기하표준편차(geometric standard deviation)는 4.57이었다. Stoll 회석 총란계산법에 의한 회충의 E.P.G.는 평균 15,767.4이었으며, 표준편차는 26,477.0이었다. 이것을 상용로그로 자료변형한 \log_{10} E.P.G.의 분포는 χ^2 값이 7.07로 정규분포를 하였으며(d.f.:6, $p < 0.005$) 기하평균은 6,165.95이었고 기하표준편차는 4.27이었다(Table 1). Kato 후충도말법으로 얻어진 값(\log_{10} M.C.T.S.)과 Stoll 총란계산법에 의한 E.P.G. (\log_{10} E.P.G.)의 상관계수는 0.91($p < 0.01$)이었으며 전환하는데 필요한 전환함수식은 \log_{10} E.P.G. = $1.68 + 0.87 \log_{10}$ M.C.T.S. ($p < 0.005$) 즉, E.P.G. = $47.86 \times 10^{0.87 \log M.C.T.S.}$ 이었다.

총 39개의 편충란 양성변에 있어서 Kato 후충도말법법에 의한 도말표본 1장당 총란수는 평균 51.3개이었으며 표준편차는 72.7이었으나 상용로그로 자료변형한 \log_{10} M.C.T.S.의 분포는 χ^2 값이 13.02로 정규분포 하였으며(d.f.:7, $p < 0.005$) 기하평균은 23.99이었고 기하표준편차는 3.55이었다.

Stoll 회석 총란계산법에 의한 편충란의 E.P.G.는 평균치 1,074.0개이고 표준편차 1,388.0이었다. 이것의 \log_{10} E.P.G. 분포는 χ^2 의 값이 9.99로 정규분포하였으며(d.f.:9, $p > 0.005$) 기하평균은 549.54이었고, 기하표준편차는 3.24이었다(Table 1). 편충의 \log_{10} M.C.T.S.와 \log_{10} E.P.G.의 상관계수는 0.88($p > 0.01$)이었으며 상관함수식은 \log_{10} E.P.C. = $1.62 + 0.82 \log_{10}$ M.C.T.S. ($p < 0.005$), 즉 E.P.G. = $41.69 \times 10^{0.82 \log M.C.T.S.}$ 이었다.

간흡충란 양성변 88개에서 Kato 후충도말법법에 의한 도말표본 1장당 간흡충 총란수는 평균 600.4개이고

Table 1. Log₁₀ values by modified Kato's cellophane thick smear (M.C.T.S.) and by Stoll's dilution egg counting techniques(D.E.C.T.)

Egg	by M.C.T.S.		by D.E.C.T.	
	G.M.*	G.S.D.**	G.M.	G.S.D.
<i>A. lumbricoides</i>	257.04	4.57	6,165.95	4.27
<i>T. trichiura</i>	23.99	3.55	549.54	3.24
<i>C. sinensis</i>	141.25	6.17	4,265.80	5.50

* G.M.: Geometric mean

** G.S.D.: Geometric standard deviation

표준편차는 1,173.0이었다. 이것을 상용로그로 자료변형한 log₁₀M.C.T.S.의 분포는 χ^2 값이 16.70으로 정규분포하였으며 (d.f:5, p>0.005) 기하평균은 139.96이었고 기하표준편차는 6.19이었다. Stoll 총란계산법에 의한 E.P.G.의 평균은 16,333.0이며 표준편차는 34,719.0이었으나 log₁₀E.P.G.의 분포는 χ^2 값이 6.90으로 정규분포하였으며 (d.f:6, p<0.005) 기하평균은 4,265.80이었고 기하표준편차는 5.50이었다 (Table 1). 간흡충의 log₁₀M.C.T.S.와 log₁₀E.P.G.의 상관계수는 0.91(p<0.01)이었으며 함수식은 log₁₀E.P.G.=1.80+0.85log₁₀M.C.T.S. (p<0.005), 즉 E.P.G.=63.10×10^{0.85 logM.C.T.S.}이었다.

Kato 후충도말변법으로 만든 도말표본에서 충란 양성이고 그 수가 계산되지만 Stoll 회석 총란계산법 도말표본에서는 충란 음성인 대변이 회충란 양성변의 경우 3개, 편충란 양성변에서 17개, 간흡충란 양성변에서는 10개가 있었다. 반면에 Stoll 회석 총란 계산법으로는 E.P.G.가 계산되지만 Kato 후충도말변법으로 만든 도말표본에서는 충란 음성인 대변이 회충란 양성변에서 2개, 편충란 양성변에서 4개로 그 수가 적었다. 따라서 Kato 후충도말변법이 충란검출률에 있어서 Stoll 회석 총란계산법보다 우수하였다.

고 찰

장내 윤충류 감염에 대한 정량검사에 직접도말법을 이용하기 위해서는 도말표본에 사용된 대변의 양이나 무게를 정확하게 구해야 한다. Stoll(1923)과 Stoll and Hausheer(1926)가 보다 정확한 회석배수와 도말표본에 사용된 대변량을 측정할 수 있는 Stoll 회석총란계산법을 소개하였다. 그 후 Beaver(1949)는 직접도말표본을 만들어 투명도를 측정하고, 대조표본과 비교하여 사용된 대변의 양을 추정한 다음 각각의 검사결과에 적용하여 대변 단위 무게당 총란수를 계산하였다.

본 연구에서 이용한 Kato 후충도말변법은 철망으로 거른 대변을 동일한 규격의 판지구멍에 채워 일정한 양의 대변을 사용하였으므로 다른 방법들보다 정확하게 대변의 gm당 총란수를 계산할 수 있었다고 본다.

Stoll(1963)은 Stoll 회석 총란계산법으로 얻은 E.P.G.에 대변의 고형도에 따라 보정인수를 적용할 것을 권장하였다. 그러나, 구멍뚫린 금속주물을 사용하여 철망으로 걸러진 대변의 일정량을 취하여 Kato 후충도말법으로 만든후원흡충의 E.P.G.를 연구한 Peter *et al.* (1980)은 대변의 고형 정도를 고려하지 않았다. 본 연구 결과의 전환함수식은 Stoll 보정인수 χ^2 에 해당되는 연변에 대한 함수식으로서 점별 결과에 본 연구 결과를 적용하고자 할 때는 대변의 고형도에 따라 각각의 전환함수식을 만들어야 한다고 생각된다. 대체적으로 formed stool의 경우에는 본 식에서 구한 값에 1.10~1.14를 곱하고, mushy diarrheic stool에는 0.93~0.95를 곱하고, diarrheic stool일 때는 구한 값에 0.88~0.91을 곱하면 본 식으로 E.P.G.를 알 수 있으므로 대변의 고형도를 분류하여 M.C.T.S.에서 헤아린 값에 보정인수를 곱하여 적용함이 고형도에 따른 옳은 E.P.G.라 생각된다.

본 연구에 사용된 판지 구멍의 용량은 0.0462 ml이므로 Kato 후충도말변법으로 검사한 대변의 E.P.G.를 구하기 위해서는 얻어진 값에 이론적으로는 21.6을 곱해 주어야 하며 M.C.T.S.표본 1장당 사용된 대변의 무게 (0.052 gm)를 기준으로 하면 19.2를 전환인수로 채택하여야 한다. 그러나, 연구결과 얻어진 각 기생충 총란의 산출적 평균에 의한 전환인수는 회충 21.6, 편충 20.9 및 간흡충 26.2로서 이론적인 전환인수와 차이가 인정된다. 또한 전환인수에 통계학적 의미를 부여하여 일반화하기에는 E.P.G. 및 M.C.T.S.값의 표준편차가 평균에 비하여 지나치게 크고 두 자료가 정규분포 하지않는 등 통계학적 적용에 어려움이 있었다. 그래서 두 방법으로 얻은 결과들을 상용로그로 자료변형하였더니 변형된 자료는 모두 정규분포를 하였으며 (p<0.005) log₁₀E.P.G.와 log₁₀M.C.T.S. 사이의 상관계수는 0.88~0.91(p<0.01)이었다. 즉 log₁₀M.C.T.S.값의 변화에 따라 log₁₀E.P.G.의 값이 77~83%의 상관강도로 창출되므로 본 연구에 사용된 대변 이외의 다른 대변을 Kato 후충도말변법으로 검사한 결과에 대하여 각 총란별 전환함수식에 따라 E.P.G.를 추정하여도 큰 오차는 없을 것이라고 생각된다.

Kato 후충도말변법에서는 도말표본 1장을 만드는 데 약 50 mg의 대변을 사용하므로 10 mg을 사용하는 Stoll 총란계산법에서보다 충란이 검출될 가능성이 높아진다. 그러므로 총체부하가 낮아서 대변 1 gm당 총란수가 적어 Stoll 회석 총란계산법으로는 충란 검출이 어려운 대변에 대해서도 Kato 후충도말변법을 적용하면 보다 정확한 E.P.G.를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

대변 도말표본 1장을 현미경으로 검사하는데 필요한 시간에 영향을 미치는 요소에는 사용된 대변의 양, 도말표본의 면적, 도말후 건조시간에 따른 도말표본의 투명도 등이 있다. 판독에 필요한 시간은 도말면적이 넓을수록 길어지며 도말표본의 면적은 사용된 대변의

양에 따라 증감하게 된다. 반면에 대변의 양이 많아지면 많아질수록 도말표본이 두꺼워지고 불투명해져서 판독시간이 길어지고 충란검출률이 떨어지므로 대변의 양은 적을수록 경제적이고 효과적일 것이다. 그러나, 대변의 양이 너무 적으면 검사결과에 대한 신뢰도와 충란검출률이 낮아지므로 좋은 결과를 얻을 수 있는 대변의 양, 건조시간, 도말면적 등에 대한 연구가 필요하다 고 하겠다. 이에 대하여 Peters *et al.*(1980)이 Kato 후충도말변법으로 E.P.G.를 구하기 위해 필요한 효과적인 대변의 양은 20 mg이고 건조시간은 15 분이었다고 하였으며 대변 50 mg을 사용하여 24 시간 건조시킨 결과와 같은 정확도를 보였다고 하였다.

우리나라에서 장내 윤충류 감염률이 낮아진 현재의 상황을 고려할 때 충란검출률이 우수한 정량적 대변검사방법에 대한 본 연구결과는 윤충류 감염의 역학 조사뿐만 아니라 구충제의 약효판정, 환자의 대변검사 등 기생충학적 연구와 진단에 유용하게 이용될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- 보건사회부 및 한국기생충박멸협회(1986) 제 4 차 한국 장내 기생충감염현황. 서울. pp.16-62.
- 서병설 · 임한중 · 노인규 · 이순형 · 조승열 · 박승철 · 배종화 · 김중호 · 이준상 · 구분용 · 김곤식 (1969) 한국 인 윤충류 감염실태조사. 기생충학잡지, 7(1):217-219.
- Beaver, P.C.(1949) Quantitative hookworm diagnosis by direct smear. *J. Parasitol.*, 35:125-135.
- Beaver, P.C. (1950) The standardization of fecal smears for estimating egg production and worm burden. *J. Parasitol.*, 36:451-456.
- Chai, J.Y., Yang, Y.T., Lee, S.H. and Seo, B.S. (1982) The detectability of helminth eggs from feces by cellophane thick smear technique. *Korean J. Parasit.*, 20(1):14-20.
- Cho, S.Y., Lee, S.H., Rim, H.J. and Seo, B.S. (1969) An evaluation of cellophane thick smear technique for mass stool examination. *Korean J. Parasit.*, 7(1):48-52.
- Kato, K. and Miura, M. (1954) Comparative examinations. *Jpn. J. Parasitol.*, 3:35.
- Katz, N., Chaves, A. and Pellegrino, J.(1972) A simple device for quantitative stool thick-smear technique in schistosomiasis mansoni. *Rev. Ins. Med. Trop. St. Paulo*, 14:397-400.
- Komiya, Y., Kobayashi, A., Kumada, M., Kutsumi, H. and Kojima, K. (1960) Study on thick smear technique with cellophane cover for stool examination for helminth ova. *Jap. J. Parasitol.*, 9(1): 61-68 (in Japanese).
- Martin, L.K. and Beaver, P.C. (1968) Evaluation of Kato thick-smear technique for quantitative diagnosis of helminth infections. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 17:382-391.
- Peters, P.A., El Alamy, M., Warren, K.S. and Mahmoud, A.A.F. (1980) Quick Kato smear for field quantification of *Schistosoma mansoni* eggs. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 29(2):217-219.
- Seo, B.S. (1981) Ascariasis and its control problems in Korea. *Seoul J. Med.*, 22(3):327-341.
- Seo, B.S. and Chai, J.Y. (1987) Status analysis of trichuriasis in Korea and a pilot study for its treatment and control. *Collected Papers on the Control of Soil-transmitted Helminthiases. AFCCO*, Vol. V. pp.115-143.
- Stoll, N.R. (1923) Investigations on the control of hookworm disease. XV. An effective method of counting hookworm eggs in feces. *Am. J. Hyg.*, 3:59-70.
- Stoll, N.R. (1963) Dilution egg-counting technique for hookworm, *Ascaris*, *Trichuris* and other parasite. *WHO Tech. Rep. Ser.* No. 255, pp.21-26.
- Stoll, N.R. and Hausheer, W.C. (1926) Concerning two options in dilution egg counting: Small drop and displacement. *Am. J. Hyg.*, 6(March suppl.): 134-145.

=Abstract=

Comparative Study on the Effectiveness of Modified Kato's Cellophane Thick Smear and Stoll's Dilution Egg Counting Technique for Quantitative Fecal Examination of Helminth Eggs

Sung-Jong Hong, Ho-Choon Woo, Ju-Hee Han and Ho-Joon Kim*

Department of Parasitology, College of Medicine, Gyeongsang National

University, Chinju 660-280, and Department of Radiology,*

Kosin Medical College, Pusan 602-702, Korea

A total of 197 fecal specimens was prepared for quantitative examination of helminth eggs by modified Kato's cellophane thick smear (M.C.T.S.) and Stoll's dilution egg counting technique (D.E.C.T.). The comparative effectiveness of two techniques was evaluated and conversion function was deduced. The average time required for the microscopic examination on one slide by M.C.T.S. was 12.6 minutes and that of D.E.C.T. was 14.6 minutes. M.C.T.S. showed lower false negative rate than D.E.C.T. in light worm burden cases. Functions to convert the counts obtained by M.C.T.S. to E.P.G. by Stoll's dilution egg counting technique were $47.86 \times 10^{0.87 \log M.C.T.S.}$ in *A. lumbricoides*, $41.69 \times 10^{0.82 \log M.C.T.S.}$ in *T. trichiura* and $63.10 \times 10^{0.85 \log M.C.T.S.}$ in *C. sinensis*. It was suggested M.C.T.S. be better than D.E.C.T. for the quantitative examination of intestinal helminthiases such as *A. lumbricoides*, *T. trichiura*, and *C. sinensis* infections even in the cases with low worm burden.

[Korean J. Parasit., 30(2):141-145, June 1992]